عالم الفكر

رئيس التحرير . أحمد مشاري العدواني
مستشار التحرير : دكتور أحمد أبو زيد

مجلة دورية تصدر كل ثلاثة اشهر عن وزارة الاعلام في الكويت ❋ يوليو ـ اغسطس ـ سبتمبر ـ ١٩٧٤
المراسلات باسم : الوكيل المساعد للشئون الفنية ❋ وزارة الاعلام ـ الكويت : ص ٠ ب ١٩٣

المحتويات

الطاقة والحياة

★ ★ ★

آفاق المعرفة

★ ★ ★

أدباء وفنانون

★ ★ ★

عرض الكتب

الطاقة والحياة

تمهيد

في عام ١٧٧٥ اتخذت الاكاديمية الفرنسيةللعلوم قرارا خطيرا بعدم مساندة أو تدعيم البحوث والخطط التي كانت تدور حول فكىالحركة الدائمة او الحركة الأبدية أو تدعيم المشروعات التى كانت تحاول اخراج هذه الفكرةالى حيز الوجود .. وبمقتضى هذا القرار اغلقت الادكاديمية ابوابها — على ما يقول **اوتو فريش** Otto Freach فى كتابه Atomic Physics Today فى وجه الكثيرين من الباحثين والمخترعين الطموحين الذين كانوا يحاولون بناء اجهزة وآلات يمكن ان تعمل بغير توقف اوانقطاع ، مستخدمين فى ذلك كثيرا من الادوات والآلات والروافع والعجلات والطواحين المائيةوالهوائية وما اليها . ولقد مرت تجارب هؤلاء المخترعين والعلماء بكثير من الصعوبات وقامت فىوجهها كثير من العوائق ، وتعرضوا هم انفسهم لكثير من المثبطات التى كانت خليقة بأن تدفع الىالياس ، خاصة وان الكثير من الآلات والاجهزة التى توصلوا الى اختراعها بعد طول عناء لم تعملعلى الاطلاق ، فضلا عن أن تعمل بغير توقف وفى حركة أبدية دائبة . ومع ذلك فقد كان لهذهالتجارب المريرة الصعبة نتيجة يحسن التمهل امامها والتأمل فيها ، وهى ان هؤلاء العلماء تحققوامن أن العمل — اى عمل — لا يمكن ان ينتج من

لا شيء ، وان كل ما يمكن للانسان ان يفعله عن طريق الجهود المضنية المستمرة هو ان يحول العمل او (الشغل) من صورة الى اخرى ، وان الافكار الرئيسية انما تتبلور وتتجسد ببطء شديد وبعد صراع عنيف طويل . فالآلة البخارية مثلا ظلت تستخدم قرنا كاملا تقريبا قبل أن يصل الناس ويدركوا ان كل ما تفعله هو انها تحول الحرارة الى (شغل) . بل ان الامر احتاج الى فترة أطول من هذا بكثير لكى يدرك الناس ايضا ويفهموا كنه الشيء الذى يتحول الى حرارة حين يحترق الخشب او الفحم . وكان لا بد من ان نعطى هذا الشيء المبهم الفامض غير الملموس ، والذى يمكنه ان يتحول من صورة الى أخرى الى ان يصبح (شغلا) اسما معينا ، فاطلق عليه كلمة (طاقة) أو Energy ، وهى تسمية أدخلها لأول مرة **توماس يونج** Thomas Young حوالى عام ١٨٣٠ لكى يستخدمها فى اغراض محددة بالذات ، ولكن الاسم لم يلبث ان شاع استعماله وانتشر وانتقل الى الاحاديث اليومية ، واصبحت كلمة (الطاقة) الآن من اكثر الكلمات تداولا خاصة فى الظروف الراهنة التى يمر بها المجتمع الدولى .

وليس من السهل تعريف الطاقة وان كان يمكن وصفها بشكل عام بانها (القدرة على اداء الشغل) ، ولو ان كلمة (شغل) لا تعنى شيئا واحدا بالنسبة للرجل فى الحياة اليوميه وبالنسبة لعالم الفيزياء . فليست الطاقة شيئا يمكن ادراكه دائما بالحواس ، كما انها قد تظهر فى اشكال كثيرة متنوعة مثل طاقة الحركة ، او ما يعرف باسم Kinetic Energy او فى شكل حرارة أو ضوء ، او قد تظهر فى سريان التيار الكهربائى او فى شكل الطاقة النووية وما الى ذلك . بل ان سقوط التفاحة الشهيرة التى ادت ب**نيوتن** الى اكتشاف قانون الجاذبية يغرى الى انطلاق ما يسمى بالطاقة الكامنة فى التفاحة على ما يقول **ميتشل ويلسون** Mitchell Wilson فى كتابه الصغير عن « **الطاقة** Energy » (صفحة ٦) . وقد يمكن تقريب فكرة الطاقة الكامنة التى يتحدث عنها الكثيرون بالساعة التى يملأها المرء بالطريقة التقليدية . فحين يقوم المرء بهذا العمل فانه يؤدى (شغلا) ، وهنا يقال ان زنبرك الساعة اكتسب (طاقة كامنة) سوف يفقدها او يبذلها ثانية بالتدريج خلال الفترة التى تستمر فيها الساعة تعمل او (تدور) . فكان استخدام كلمة طاقة انما كان وسيلة مناسبة ليستطيع بها العلماء ان يصفوا قدرة اى شيء على اداء (الشغل) . والكلمة الانجليزية Energy تعنى النشاط ، وهى مأخوذة اصلا من الكلمة اليونانية Energos التى تعنى (نشيط) وهى مكونة من مقطعين هما en ومعناها (فى) ثم ارجون ergon ومعناها (شغل) مما يعنى فى آخر الأمر ان الشيء ذا الطاقة يمكن ان يؤخذ على انه شيء « يحتوى شغلا داخله » (انظر كتاب **آسيموف** عن **الحياة والطاقة** ، الترجمة العربية ، صفحة ٦) .

وليس من شك فى ان استعراض تاريخ الانسان منذ اقدم عصوره حتى الآن خليق بأن يكشف لنا عن ان الطاقة كانت دائما بمثابة المفتاح الاساسي لأعظم واسمى اهداف الانسان واحلامه بتحقيق عالم مثالى ، او على الاقل عالم افضل واجمل واكثر سعادة من الواقع الذى يعيش فيه . ومن هنا كان بعض العلماء يحاولون دراسة تطور التاريخ البشرى ونقد المجتمع بالاشارة الى نجاح الانسان فى التحكم فى الطاقة وتسخيرها لصالحه . والرأى السائد لدى هؤلاء العلماء ان سكان الكهوف من البشر بداوا سيرهم على طريق الحضارة حين بدأ الانسان المبكر يستخدم الطاقة الكامنة فى النار للتدفئة والاستضاءة ، والطاقة الكامنة فى جسمه فى الحصول على الطعام وتوفير

القــوت ، مســتعينا فى ذلــك بالآلات والادوات البسيطه البدائية التى استطاع ان يصنعها مثل عصا الحفر او بعض الادوات الحجرية او القوس والسهم وما الى ذلك . وخلال القرون الطويلــة التى عاشها الانسان بعد ذلك ظل بحثه عن سعادته ورفاهيته المادية مرتبطا ارتباطا وثيقا بالتحكم فى مختلف اشكال مصادر الطاقة : الفحم والبترول والكهرباء . وتمكن فى الازمنة الحديثة من أن يصل الى وسائل فعالة ومعقدة للحصــول على الطاقــة وتسخيرها فى مختلف الاغراض ، بل ان محاولته الوصول الى القمر ذاتها انما تحققت عن طريــق التحكم فى الطاقة الكيميائية من أجل الصواريخ . وكل الدلائل تشــير الى انــه ســوف يعتمد فى المستقبل فى محاولاته اكتشــاف الكواكب على التحكم فى الطاقة الكامنة فى نــواة الذرة . ومقال « الطاقة والحضــارة » فى هــذا العدد يحاول ان يعرض لبعض الآراء ووجهات النظر الذى يؤمن بها بعض علماء الاجتماع والانتربولوجيا ، بل وايضا علماء الفيزياء الذين يهتمون بالجانب الانسانى فى قصته السيطرة على الطاقــة . وهى كلهــا آراء تسترشد بالمبدأ القائل ان « تاريخ الانسان هــو تاريخ تطور اشكال وصور استخدامه للطاقة اكثر منه ما هو قصة شهوات الدول والغزاة » على مايقول آسيمون .

والواقع ان انشغال الانسان بأمر الطاقة كان ـ سواء شعوريا او لا شعوريا ـ من أهم مطالبه منذ القدم . فقد كان يعمل دائما للحصول عليها وتسخيرها والتحكم فيها ، ويســخر لذلك كل كفاءاته ومهاراته ، كى يستمر المجتمع فى الوجود . فقصة الانسان هى بشكل ما قصــة الصراع مع البيئة . ومع ان الانسان البدائى ، وكذلك معظم الحيــوانات يمكنها تغيــير سلوكها لتتــلاءم مــع التحديدات البيئية المتغيرة فان تكــريس قــوى الانسان وقدراته لتغيير البيئة هو أمر من خصائص الانسان وحده ، وخاصة ينفرد بها عن غــيره من الكائنات . ويكاد الرأى يسود بين العلماء على أنه حين تعلم الانســان (البدائي) طريقة اشعال النار واستخدامها للتدفئة ، ثم الطهى فانه كان قد خطا فى حقيقة الامر خطوة جبارة نحو استخدام مصادر الطاقة . ذلك ان استخدام الطاقــة كان مفتاحا لتوفير الطعام والراحة البدنية وتحسين اســلوب الحيــاة الى ابعــد من مجــرد متطلبــات العيش والوجود . وليس ثمة شك فى ان استخدام الطاقة والافادة منها يتوقف على عاملين اساسيين هما : توفر المصادر والمهارة التكنولوجية لتحويل هذه المصادر الى حرارة وعمــل مفيدين . وليس من شك ايضا فى ان مصــادر الطاقــة كانت متوفرة دائما ، ولكن اختراع الطرائق لتحويل الطاقة الى عمل مفيد عملية حديثة نسبيا وتدريجية ، وسوف تظل حاجة الانسان تتزايد الى الطاقة ، بحيث ان دراسة هذه الحاجة فى تزايدها وفى طريقة اشباعها تؤلف فصلا رائعا فى تاريخ تقدم الجنس البشرى .

وقد يمكن لنا ان نأخذ فكرة عن مدى احتياج الانسان للطاقة ومدى تزايد هــذه الحاجــة فى المستقبل اذا نحن عرفنا انه حتى عام ٢٠٠٠ ، اى بعد اقل من حوالى ربع قرن فقط من الآن سوف تستهلك امريكا من الطاقة اكثر مما استهلكته فى كل تاريخها ، وان ذلك الاستهلاك سوف يتضاعف فى امريكا سنويا بينما سوف تزيد حاجــة العالم كل ثلاثة اضعاف ما هى عليه الآن . واعتبارا من عام ٢٠٠٠ ينتظر أن يكون ما تحتاج اليه امريكا من الطاقة سنويا هو ضعف ما هو عليــه الآن . والمعروف ان الولايات المتحدة تستخدم ٣٥ ٪ من الطاقة العالمية على الرغم من ان عدد سكانها هــو ٦ ٪ فقط من العالم . والمحتمل ان يصبح نصيبها من الطاقة فى تلك السنة حوالى ٢٥ ٪ فقط نتيجة

لزيادة النسبة فى سكان العالم ، وازدياد اقبال الدول النامية على التصنيع واستهلاك مزيد من الطاقة . ويبلغ معدل زيادة الطاقة فيها بالنسبة للفرد الواحد حوالى ١٪ سنويا فى حين ان المتوسط العالمى يزداد ــ طبقا لادنى المستويات ــ بنسبة ٣ر١٪ سنويا نظرا لأن بقية دول العالم بدأت من مستويات ادنى واكثر انخفاضا ، وعلى ذلك فانه نظرا للنمو السكانى الهائل فى العالم فان زياده الطاقة فى العالم سوف ترتفع فى الاغلب الى ثلاثة امثالها وليس الى الضعف فقط عام ٢٠٠٠ . وعلى الرغم من هذا كله فان الهوة التى تفصل بين الولايات المتحدة الامريكية والبلاد النامية فيما يتعلق باستهلاك الطاقة سوف تظل واسعة وربما يحتاج الامر الى قرن كامل قبل ان يصل متوسط العالم الى المستوى الامريكى الحالى ، كما سوف يحتاج الامر الى ثلاثمائة سنة على الاقل لكى يتساوى العالم مع امريكا لو سار العالم على نفس معدلات الزيادة والنمو . بينما سوف يرتفع متوسط استهلاك الفرد فى العالم من الطاقة عام ٢٠٠٠ من مستواه الحالى وهو ⅟₅ المتوسط فى امريكا الآن الى حوالى ⅟₁₀ ذلك المتوسط .

واذا كنا نشير هنا الى امريكا ونتخذها مثالا لمعرفة الوضع بالنسبة للطاقة واستخدامها واستهلاكها فان ذلك يرجع فى المحل الاول الى ان اكبر زيادة فى استهلاك الطاقة هو فى البلاد المتقدمة ، وامريكا افضل مثل لها . ذلك ان الاستهلاك السنوى لكل صور الطاقة واشكالها فى امريكا زاد ١٧ ضعفا خلال القرن الاخير ، بينما كانت زيادة السكان اكبر قليلا من خمس مرات فقط خلال تلك الفترة ذاتها ، كما ان الاستخدام بالنسبة للفرد تضاعف أكثر قليلا من مرتين ، وخلال ذلك كانت امريكا تتحول باستمرار بالنسبة لمصادر الوقود . مثال ذلك ان خشب الوقود كان هو المصدر الاساسي للطاقة عام ١٨٥٠ فأصبح الفحم يشكل ٧٥٪ من مجموع استهلاك الطاقة عام ١٩١٠ ، وانكمش مجمل استهلاك الخشب الى ١٠٪ . وفى السنوات الخمسين بين عام ١٩١٠ و ١٩٦٠ تخلى الفحم عن مكانته الرئيسية للغاز الطبيعى والبترول . ثم بدأ التفكير يظهر جديا نحو استخدام القوة النووية كمصدر اساسي للطاقة .

ومع ذلك كله فالواضح ان أزمة الطاقة تتفاقم بشكل لا يخلو من خطورة . ذلك ان الحاجة الى الطاقة تزداد بمعدل ٥٪ سنويا ، بينما تتضاءل المصادر التقليدية للطاقة بسرعة ، أو على الاقل المصادر المعروفة . وهذا يشكل نتائج خطيرة ليس فقط بالنسبة للدول المتقدمة صناعيا، بل وأيضا بالنسبة للدول النامية والمتخلفة . ويزيد من حدة وخطورة الوضع ان سكان العالم يزدادون بمعدلات كبيرة . والمنتظر ان يتضاعف سكان العالم عام ٢٠٠٠ ، وهى زيادة تتطلب توفير مزيد من الطاقة بحيث يذهب البعض الى انه اذا اريد المحافظة على مستوى المعيشة الحالى ، دون ان نحاول الارتفاع به فى المستقبل فان ذلك سوف يتطلب توفير ثلاثة أمثال المعدل الحالى لانتاج الطاقة . ويبدو ان ذلك ليس بالامر السهل اوالهين اذا نحن اخذنا فى الاعتبار مصادر الطاقة التقليدية وحدها . بل الاكثر من ذلك ان بعض العلماء يتوقعون ان تنضب موارد البترول فى العالم حوالى عام ٢١٠٠ ، وان تنضب موارد الفحم حوالى عام ٢٥٠٠ . والمنتظر ان يبلغ انتاج البترول فى العالم ذروته بين عامى ١٩٨٥ ، ٢٠٠٠ اذ سيصبح المعدل السنوى لاستهلاك الطاقة ثلاثة امثاله فى الوقت الحالى ، ولكننا سنجد حينئذ ان نصف الاحتياطى الاجمالى للبترول فى العالم

او حتى اكثر من النصف قد تم استهلاكه . ويكاديكون من المؤكد ان الغاز والبترول لن يصبحا مصدرا كبيرا للطاقة قبل منتصف القرن الحادى والعشرين بكثير (راجع فى ذلك مجلة رسالة اليونسكو ، العدد ١٥٢ ، فبراير ١٩٧٤ ، صفحة٨) وهذا موقف يثير كثيرا من التساؤل والقلق والتشاؤم ، ولكن الموقف بالنسبة للفحم سيكون افضل بكثير من حيث الوتوف بتقديرات الاحتياطى ومقداره . ومع ذلك فاذا لم يتم الحد من الزيادة الحالية فى معدل انتاج الفحم فى المستقبل القريب فالمحتمل ان تنضب كميته قبل الموعد المحدد الذى ذكرناه من قبل .

ويزيد من اظلام هذه الصورة التأثير السيء على البيئة الذى تتركه مصادر الوقود . فاستخدام الفحم كمادة للوقود وتوليد الطاقة يترك كثيرا من الآثار الضارة التى تتمثل فى تلوث البيئة بسبب ما ينبعث منه الكبريت وغيره من المنتجات ، وان كان هذا لا يمنع من ان يلجأ الانسان الى الفحم فى حالة عدم وجود البدائل الاخرى غير المستخرجة من الارض .

ولكن هذا كله لا يعنى اننا وصلنا الى حد الكارثة . فمن ناحية ، ليس هناك تقديرات صحيحة عن احتياطى الوقود المستخرج من باطن الارض ، كما اننا لا ندرى شيئا عن الوقت الذى سوف يستغرقه الانسان لاستهلاك مخزون العالم من الوقود الطبيعى ، أو مدى توافر واستخدام البدائل الطبيعية للطاقة ، ونعنى بذلك طاقة الشمس وطاقة الرياح وطاقة الحرارة الارضية وطاقة المد . وثمة كثير من التكهنات حول هذه الموضوعات وما يشابهها ، لدرجة ان هناك من يعتقد ان سكان البلاد الصناعية ، وهم اكثر الشعوب استهلاكا للطاقة ، قد يغيرون من أسلوب حياتهم بحيث يقللون من استخدام الطاقة فى المستقبل ، على الاقل الى ان تتاح لسكان البلاد النامية الفرصة لاشباع احتياجاتهم المتزايدة من الطاقة ، مما سوف يؤدى فى آخر الأمر الى تضييق الهوة بين هذه البلاد والبلاد الصناعية المتقدمة ، ويقترب مستوى المعيشة فى هاتين الفئتين من المجتمعين ولو بعض الشيء . ومع ان معظم الحديث الذى يدور عن مشكلة ازمة الطاقة فى الوقت الحالى يعطى اهمية بالغة لمشكلة توليد الكهرباء فليست هذه فى حقيقة الامر المشكلة الوحيدة الملحة فى الموضوع . فمن كل الاحتياجات التى سوف يحتاج اليها الانسان عام ٢٠٠٠ مثلا سوف تشغل الاستخدامات غير الكهربائية حوالى الثلثين فى مجالات النقل والعمليات الصناعية والتدفئة وما الى ذلك ، وسيكون اكبر مجالات استخدام الطاقة حينذاك هو الصناعة الكبرى على ما يرى كثير من الباحثين والمهتمين فى هذا الموضوع . ولذا كان احد الاسئلة المهمة التى تلح على هؤلاء الباحثين وعلى المشتغلين بمشكلات التخطيط فى الوقت الحاضر هو : كيف يمكن استخدام وتخطيط المصادر المتاحة الآن من اجل صالح الاجيال التالية ؟ ان العمل على تطوير وتنمية مصادر الطاقة المحتملة هو استثمار للمستقبل وليس وسيلة لحل او معالجة مشكلات اليوم ، كما ان من الواضح ان نوعية الحياة التى يحياها الناس فى العالم تتوقف على مدى توفر مقادير كبيرة من الطاقة الآن بسعر زهيد وفى صورة مفيدة . وعلى ذلك فلا بد لنا من ان نعمل على تطوير وتنمية المصادر المتاحة فى الوقت الحالى بشكل منظم ، وبالاساليب التكنولوجية المتوفرة الآن ايضا ، ونعنى بذلك وحدات القوى التى تعتمد على الوقود الحفري والانشطار النووى . ومقال الدكتور عبد المحسن صالح يقدم لنا الى جانب النواحى الطريفة الكثيرة التى يعرضها لنا ميزانية تقريبية عن الطاقة فى العالم ومصادر تلك الطاقة ، وهو فى هذه الناحية

بالذات يعرض لبعض المقومات التي يتفق فيها مع الاستاذ الدكتور عبد السميع الذى يعطينا صورة واضحة عن محاولات استغلال الطاقة الشمسية التى يرى الكثيرون انها ستكون المفتاح الاساسى لحل الكثير من مشكلات الطاقة فى المستقبل .

ومع ذلك فالموقف الحالى لن يتغير تغيراجوهريا الا اذا أدخلنا فى الاعتبار الطاقة المتاحة من القوى النووية ، التى يبدو أنها تخفى امكانيات هائلة للطاقة بالنسبة للانسان ، وان كان لا بد من أن نأخذ فى الاعتبار ايضا الناحية السيئة الضارة لذلك الاستخدام والذى يتمثل من ناحية فى استخدام تلك الطاقة فى الحروب ومن ناحية اخرى ما يخلفه ذلك الاستخدام من آثار ضارة وتلوث فى البيئة . ثم ان هناك امكانية توليد الطاقة من المصادر الشمسية التي اشرنا اليها فى الفقرة السابقة والتى يعطيها الدكتور عبد السميع مصطفى الجانب الاكبر من اهتمامه فى الدراسة التى ننشرها له فى هذا العدد . والظاهر أن هناك اتجاها قويا الآن نحو استغلال ذلك المصدر الطبيعي الهام للطاقة . « والسبب فى ذلك انه لا حاجة بنا الى تقدم علمي مثير لكى نستخدم الطاقة الشمسية على نطاق كبير او صغير (بعكس الحال فى استخدام الطاقة الذرية) . ولكن الذى نحتاج اليه هو التقدم الفني واتباع السياسات الاستثمارية التي تؤدى الى خفض النفقات . ومن ذلك يتضح ان العوامل التي تقرر متى يصبح ضوء الشمس مصدرا كبيرا للوفاء باحتياجات الانسان من الطاقة هى ـ الى حد كبير ـ عوامل اقتصادية وسياسية واجتماعية » (رسالة اليونسكو ، نفس المرجع) .

وعلى العموم ، فان الانسان فى بحثه عن مصادر الطاقة يجب ان يأخذ فى الاعتبار تلك المصادر الدائمة ، او على الاصح المصادر التى تأتى الينا باستمرار . وثمة ثلاثة مصادر من هذا النوع وهى : الاشعاع الشمسي والطاقة المتولدة من حرارة الارض ثم طاقة المد المستمدة من الطاقة الكامنة الناشئة عن حركة جاذبية الارض والقمر والشمس . ومع الجهود المبذولة لمحاولة اخضاع وتسخير هذه الطاقة فان تحديد مقدار ما يمكن الاستفادة به منها كحرارة نافعة وتحويله الى (شغل) فى ضوء الاوضاع الاقتصادية والبيئية والتكنولوجية السائدة ، لا يزال حتى الآن موضع نظر ودراسة . وهنا لا بد لنا من أن نتوقف امام المعلومات الدقيقة والطريفة التي يزودنا بها كل من الدكتور عبد المحسن صالح والدكتور عبد السميع مصطفى ، والتى تحتاج منا الى امعان النظر فى المستقبل ، اعنى مستقبل الانسان والمجتمع والطاقة على السواء ، وبخاصة فيما يتعلق بالجهود المبذولة فى السنوات الاخيرة بوجه خاص لاستخدام طاقة الشمس . ومع أن هذا يتطلب الآن نفقات باهظة لتجميع أشعة الشمس مما يمنع فى الوقت الحالي من استخدامها على نطاق واسع ، فليس ببعيد ان يتمكن الانسان من اكتشاف أساليب ووسائل يستطيع بها تجميع اشعة الشمس وتحويلها بنفقات مماثلة لنفقات الوقود التقليدى ان لم يكن أقل . والواقع أن « الطاقة الشمسية تنافس الوقود والكهرباء فى بعض بلاد العالم عندما تستخدم بصورة مباشرة كحرارة فى بعض الاستعمالات كتسخين الماء وتدفئة المنازل وتقطير الماء . ولا شك فى أن المزيد من التطورات التكنولوجية والانتاج الكبير سوف يقللان من نفقات استخدام الطاقة الشمسية ، كما لا شك فى انه سيحدث ارتفاع حاد فى أسعار الوقود التقليدى (المرجع السابق ذكره) . وقد يكون فى استخدام

الطاقة الشمسية أمل زاهر بالنسبة للشعوب والبلاد المتخلفة التي لا يتوفر فيها وقود مستخرج من الارض أو قوى نووية ، وبذلك يتوفر لهذه الشعوب ما حرمت منه طيلة تلك الفترة الطويلة من حياتها . وقد يكون فى ذلك الخلاص من الآلام والفقر والتخلف التي رسفت تحتها هذه الشعوب والامم . واذا كانت ازمة الطاقة هى أزمة الوجود وازمة المستقبل ، فقد يكون فى ايجاد حل لها وفى استخدام مصادر الطاقة التى لم يتم استخدامها حتى الآن حلا لكل هذه الازمات وبداية للنمو والتطور والتقدم . وسوف يزيد من هذا الدخل أن الطاقة الشمسية لا تؤدى بطبيعتها الى تلويث البيئة ، وهذا امر لا تتمتع به الطاقة النووية التى لا يتوقف شرها على مجرد تلوث الهواء بسبب المواد المتخلفة ، كما هو الحال فى احراق الوقود المستخرج من الارض ، وانما يتعدى ذلك الى مشكلة الاضرار الناجمة عن منتجات الانشطار المشعة والحوادث التى تنشأ عن تشغيل المفاعلات .

ومع التسليم بأهمية المشكلات ، والآثار السيئة الضارة المترتبة عن زيادة الاقبال على استخدام الطاقة فانه يجب التمييز دائما بين الاضرار التى يتوقع حدوثها على المدى القصير والتى تتركز فى منطقة جغرافية محدودة من ناحية ، والاضرار التى لن يظهر أثرها واضحا الا بعد فترات طويلة من الزمن والتى قد تشمل العالم ككل ، وهى – حتى الآن على الاقل – قليلة نسبيا وليس لها آثار ملموسة فى الوقت الراهن . صحيح ان تولد ثانى أكسيد الكربون نتيجة للاحتراق قد زاد فى الجو من حوالى ٢٩٠ جزء فى المليون الى ٣٢٠ جزء فى المليون خلال القرن الاخير ، وقد يصل الى ٣٧٥ أو ٤٠٠ جزء فى المليون عام ٢٠٠٠ ، الا ان نسبة لا بأس بها من هذا الغاز تمتصها المحيطات وتتحول الى مواد معدنية ، أو تتمثلها النباتات وتستخدمها فى عملية نموها وبذلك تبطل من مفعولها السيىء . وهذا لا يعنى انكار حقيقة تلوث البيئة أو حتى محاولة التقليل من شأنها والتهوين من أمرها نتيجة لازدياد استخدام الطاقة والاحتراق . ومشكلة تلوث البيئة تعتبر فى الوقت الراهن من أهم المشكلات التى تمثل تحديا خطيرا يواجه الانسان فى العصر الحديث ، وقد شهدت السنوات الاخيرة اهتماما بالغا من المنظمات الدولية والاقليمية والبيئات العلمية وعلماء البيئة والاجتماع والسكان والعلوم الطبيعية المهتمين بالجانب الانسانى فى تلك العلوم ، ونظمت الكثير من المؤتمرات ، ورصدت مبالغ طائلة لدراسة مشكلة تلوث البيئة ، مما يدل على مدى خطورة الموضوع وما يستحقه من عناية ليس فقط من الدول المتقدمة صناعيا والتى تعانى أجواؤها ومياهها كثيرا من الاختناق نتيجة لازدياد ثانى اوكسيد الكربون والنفايات المتبقية من عمليات الاحتراق ، بل ان الامر يستحق عناية الدول النامية او الناهضة ايضا على الاقل حتى تستطيع ان تعد للامر عدته من الآن فى نهضتها المقبلة واقبالها على التصنيع واستخدام مزيد من الطاقة .

بل انه يمكن القول ان المجتمعات النامية يقع عليها من العبء فيما يتعلق بموضوع الطاقة والمشكلات الاجتماعية المترتبة عليها اكثر مما يقع على عاتق المجتمعات المتقدمة ، أو الاكثر تقدما . فالعالم المتقدم والدول الصناعية لها قدرات وامكانيات مادية ضخمة تمكنها من اجراء البحوث

فى مجال تلوث البيئة من ناحية ، والسيطرة على الزيادة السكانيه بها ، من ناحيـة اخـرى ، فى معدلات الزيادة وتحسين مستوى الحياة والمعيشة ، وهى امور لا تتوفر للمجتمعات النامية . والاغلب ان استهلاك الطاقة بالنسبة للفرد خلال القـرن المقبل سوف يصل الى حد الاستقرار والتوازن فى الدول المتقدمة الصناعية ، وذلك على عكس الحال بالنسبة للدول المتخلفة التى يسكنها معظم سكان العـالم . فالوضـع فى تلك المناطـق يختلف كل الاختلاف عما هو سائد فى العـالم المتقدم ، اذ لا تزال الشعوب المتخلفة والناميـة تجاهد لتحقيق أدنى مستوى للعيش ، وليست لديهم فى الوقت الراهن على الاقل المصادر الضرورية للقوة اللازمة للتحول الى مجتمعات صناعية أو حضرية او حتى زراعية متقدمة . فمثل هذا التحـول يحتاج الى الطاقة . وهنا نجد سـؤالا يتردد فى كثـير من الكتابات الاجتماعية وهو : هل يحق للدول المتقدمة ان تتيح للمناطق المتخلفة ما تحتاج اليها من طاقة لتحقيق تطورها الاقتصادى والاجتماعى المنشود ، والارتفاع بمستوى شعوبها وتقليل الفجوة القائمة الآن بين الشعوب المتقدمة والشعوب الاقل تقدما ؟ اليس من الاجدى الحد من استهلاك الطاقة والوقود لتقليل الآثار السيئة المترتبة على ذلك الاستهلاك ، وتجنيب الشعوب التى لم تصل بعد الى مرحلـة الصناعة المتقدمة شرور التصـنيع الاجتماعيـة ، وشر تلوث البيئة وشرور المدنية الحديثـة على العموم ؟ وهذا قول ظاهره الرحمة وباطنه فيـه العذاب ، وهو يعكس نظرة قديمة نجدها سائدة فى كتابات الكثيرين من العلماء التطوريين فى القـرن التاسع عشر الذين كانوا ينكرون على الشعوب غير الاوروبية القدرة على التقدم وراء حدود معينة مرسومة ، بل اننا نجد ما يماثلها فى كتابات بعض الانثربولوجيين فى بداية هذا القرن ممن كانوا يرون ضرورة المحافظة والابقاء على الاوضاع الاجتماعية التقليدية السائدة عند الشعوب (البدائية) التى تعيش فى حالة من السـعادة والامن والطمأنينـة لا تتوفر ـ فى راى هؤلاء العلماء ـ للرجل الاوروبى المتمدين فى المجتمع الحديث . ومهما يكن من قيمة هذه الآراء ووجاهتها ونوع الدوافع التى توجهها ، فان محاولة فرض قيـود على الدول الناميـة والمجتمعات المتخلفة فيما يتعلق باستخدام الطاقة ووضع حد لاستخدام الطاقة هناك يشبه ـ على ما يقول **تشـونسى سـتار** Chauncey Starr فى مقال قيم له عن « الطاقة والقدرة Energy and Power » ـ محاولة الحد من موارد المـاء أو انتاج الطعام او النسل باساليب تعسفية ، وهو امر من شانه ان يؤدى الى الابقاء على المناطـق والدول النامية فى حالة التخلف والجمـود التى تعيش فيها . وكما يرى ستار أيضا فان الانسان له قدرات خلاقة على تخطيط استخدام الطاقـة وتنميتها بطريقة معقولة تتـلاءم مع احتياجاته ، وتحقق له التقدم والرفاهية والنمو ، وان كان هذا يتطلب ضرورة الدراسة المتعمقة لعدد من المشكلات المتعلقة بمصادر الطاقة التى يجب استخدامها ، واين يجب توليد القوى ، واى المجتمعات يجب أن تتحمل اكثر من غيرها تأثير تلوث البيئة والهـواء نتيجة لذلك ، خاصة وان مصادر الوقـود يمكن نقلها عبر القارات بأسعار زهيدة نسبيا وهكذا .
(راجع فى ذلك مقال تشونسى فى مجلة Scientific American)

• • •

ولكن أين نقف نحن من هذا كله ؟

ولا شك ان ما يصدق على المجتمعات الناميةاو الناهضة التى تعرف عموما باسم المجتمعات المتخلفة ، يصدق على المجتمعات العربية وعلىالمنطقة التى نعيش فيها بأسرها ، وذلك اذا نحن أخذنا بعين الاعتبار الجهود التي تبذل الآن للاتجاهنحو التصنيع وما يرتبط بذلك من محاولة التحكم فى مصادر الطاقة المتاحة واستخدامها لصالحالسكان . واحد مصادر الطاقة هو الكهرباء التي امكن توليدها حتى الآن من بعض المشروعات المائيةالهامة التي نفذت فى بعض بلاد المنطقة ، وهي مشروعات تهدف الى زيادة الطاقة واستغلالها فىالتصنيع بعد ان كانت المنطقة حتى عهد قريب تعتمد اعتمادا يكاد يكون مطلقا علىالزراعة. الا ان الوضع يتخذ ابعادا أخرى اعمق من هذا بكثير حين نأخذ فى الاعتبار وجود البترول فىالمنطقة باعتباره أحد مصادر الطاقة التقليدية التى تلعبدورا أساسيا فى تشكيل الاوضاعالاقتصاديةوالسياسية والاجتماعية فى العالم فى الوقت الحالى . ومقال الدكتور محمود أمين يعطى فكرةعامة عن الاوضاع البترولية فى المنطقة وفى العالم . والدور الذى يلعبه ــ ويمكن أن يلعبه فىالمستقبل ــ البترول فى اقتصاديات وسياسة المنطقة . ولقد ظلت هذه المنطقة تقوم بدور سلبيالى حد كبير ازاء البترول ، اذ تكتفى بتصديره الى الخارج مع قيام صناعات قليلة ومحدودة ،ولكن لا شك ان الاتجاه الحالى نحو التصنيع والتحول من مجتمع رعوى زراعى الى مجتمعصناعى ، او على الاقل مجتمع يجمع بين الزراعة والصناعة سوف يتطلب بالضرورة الاعتماد المتزايدعلى البترول كطاقة لتشغيل المصانع . ومع الخير العميم الذى ينتظر ان ينجم عن الاتجاه نحوالتصنيع ، ومع ارتفاع مستوى المعيشة ، ومع التقدم الحضارى الذى يرتبط بالصناعة ، لا بدمن ان تعانى المنطقة وشعوبها من الآثار السيئة المرتبطة بالتصنيع ، وباستخدام الطاقة فى مختلفالمجالات . ولكن مع ذلك فالذى نرجوه هو ان تأخر هذه المنطقة زمنيا فى استخدام الطاقة قديساعد على ان نستفيد من تجارب الآخرين وان نتجنب بحسن التخطيط كثيرا من تلك المساوىءوالآثار السيئة الضارة التى يعمل الباحثون والعلماء فى العالم الغربى على ايجاد حلول لهالتحقيق مزيد من الخير للانسان .

والواقع ان الطاقة تصبح فى متناول الانسانحين يكشف عن مصادرها وينجح فى التحكم فيها ويتغلب على مشكلة تحويلها من شكل لآخر فىالوقت المناسب والمكان الملائم ، وبطريقة اقتصادية او تكاليف معقولة. ولكى يتحقق ذلك ــ لا بد له انيعتمد على مختلف أنواع محولات الطاقة . وقد شمل مقال الدكتور أحمد ابو زيد عن « الطاقةوالحضارة » تطور استخدامات الانسان للطاقة باشكالها المتنوعة فى مختلف مراحل التطورالانسانى .. منذ أن كان الانسان مصدر الطاقة التى أمدت الانساق الثقافية والحضارة الأولى بالقوى المحركة ..

ومقال الدكتور ابو زيد يعرض لارتباطالطاقة بحياة الانسان نفسه ، فمع كل هذا التقدم المرتبط بالطاقة ، فانه لا تزال هناك مجالات أخرىجديدة سوف يرتادها الانسان فى المستقبلويحقق فيها مستويات من الحضارة أعلى بكثير من كل ماامكنه الوصول اليه حتى الآن ..

ذلك أن الانسان الحديث اكتشف مصادر للطاقة الذرية وبدا يخضعها ويتحكم فيها ويسخرها لصالحه ، ويبدو أنه سوف يفلح فى الوصول بالحضارة الحديثة الى آفاق لا يتصورها العمل فى الوقت الراهن على الاقل ، وأن التحكم فى تلك الطاقة الجبارة سوف يضع أمام الانسان امكانيات هائلة للتقدم فى مختلف المجالات ...

والدراسات التى يتضمنها هذا العدد لانستطيع ان نجزم بأنها شملت كل جوانب هذا الموضوع الهام فى حياة الانسان المعاصر .. ولكنها بلا شك تعطى أبعادا علمية محددة واضحة عن الدور الهام الذى تقوم به الطاقة فى تشكيل الحياة الانسانية وتطوير قدرات الانسان لتحقيق مجتمع يتمتع بخير أوفر وتقدم أكبر ..



عبدالمحسن صالح

الطاقة طبيعتها وصورها ومنابعها

تمهيـد :

اذا كانت المـادة هي جسـد هذا الكـون المنظور ، فان الطاقة هي روحه الخفية ، وصورته المتحررة ، وقوته الدافعة !

واذا كانت المـادة تبدو لنـا كشيء مختلف تماما عن الطاقة ، وان ظاهر أمرهما يضعهما لنا كحقيقتين منفصلتين ، الا انهما ليستا في الواقع كذلك .. فبواطن الامور تشير الى انهما وجهان لشيء واحد .

فالمادة طاقة ، والطاقة مادة !

بمعنى أوضـح نقـول : ان المـادة طاقـة مجسدة ، وان الطاقة مادة متحررة .. فالاصل فيهما واحد ، وان اختلفت الظواهر ، وتعـددت السمات ، وتباينت الصـفات ، ومـن هنا فان احداهما قد تتخلى عـن صـفاتها ، لتظهر بها الاخرى ، فاذا اختفت المـادة فان ذلـك لايعني

فناءها وزوالها ، بـل يعنى فقط ان المادة قـدتحررت من ماديتها وتجسيدها لتنطلق على هيئة موجـات متحررة ذات طاقات محـددة .. واذاظهرت المادة ، كان ذلك نتيجة حتمية « لاعتقال » الطاقة المنطلقة وتكثيفها او « حبسها » على هيئةجسيمات اولية لتبنى منها ذرات المادة التى ينشأ بها كل مافى الكون من صوره المنظورة والخافية ..حية كانت هذه الصور أو ميتة جامدة .

كأنما الطبيعة تلعب أمام عيوننا ، وفى خباياعقولنا لعبتها الأزلية التى تصورها الانسان قديما فى أساطيره .. ومع ذلك فقد تحققت الاساطير ،وتجسد الخيال بطريقة اخرى أعظم فائدة ، واكثر اثـارة مما تصـوره الاقدمون .. فعندما أدركالانسان سر الحقيقة التى تتراءى له فى كل ما حوله من صور طبيعية ، واخرى متحررة ، استطـاعان يخضع المادة لسيطرته ، وان يروض الطاقـة لخدمته ، وان يحولها من صورة الى اخـرى ،لتتجلى له بأوجه شتى ، له فيها فوائد كبرى ، وكنوز لاتفنى !

ولقد كان الانسان ـ من قديم الزمن ـ هوالمخلوق الوحيد الذى بدأ يلاحظ ويتأمل قـوى الطبيعة وهى تعبر عن نفسها بوسائل متباينة ،وتبدو له بأقنعة متعددة .. فمـن رياح تزمجر وتعوي ، الى سحب فوق راسه تسبح وتجرى ،الى امطار تهطل ، وسيول تجرف .. الى برق ورعد وزلازل ، وبراكين .. الى آخـر هـذهالظواهر المثيرة التى سيطرت على تفكيره البدائى، فأثارت فى نفسه الخوف والرهبة ، ولم يكن وقتهايملك من أمره شيئا الا ان يطلق لخياله العنان ، فيحبك الاساطير ، ويعيش فى الاوهام ، ويخترعلكل قوة من هذه القوى الرهيبـة الها أو آلهـة بحسـب حسابها ، ويقدم القرابين خوفا من بأسها،وطمعا فى رضائها ..

ثم جاء على الانسان حين من الدهر ران فيهعلى عقله خيال غريب ، فبدأ يحلم أحلام يقظة تصور فيها قوى جبارة غير منظورة ولا ملموسة ،لكنها قد تتجسد ـ كما تخيل ـ فى جن وعفاريت ، لها طاقات خارقة تنهب بها المسافات نهبا ، وتدكالحصون دكا ، كما انها بقادرة على ان تبيد المدن فى لحظة من زمن ، وتنقل العروش فى أقل من لمحالبصر .. الى آخر هذه التصورات التى سيطرت على العقول ردحا طويلا من الزمان (ولا زالت) ،دون أن يجنى البشر منها شيئا مذكورا ، غير خداع السذج ، وسلب اموال الجهلاء والبسطاء !

واخيرا استيقظ صوت العقل فى الانسانبعد أن عاش دهورا فى الاحلام ، واستمع الانسان الى صوت العقل ، وبدأت الاساطير تتحول الىحقائق ، والحقائق الى انجازات علمية هائلة .

فعندمـا أدرك العقـل البشرى ماذا تعنيـهالطاقة بالنسبة للكون والحياة ، ثم عرف كيف يسـيطر عليها باختراعاته المختلفة ، ويهيمن عليهابصورها المتعددة ، وينصب لها مصائد وشباك خاصـة ، ليحولها من طراز الى آخر اكثر فائدةواعظم رخاء ، تفتحت له منابعها الهائلة ، وهنا تحولـت الامور تحـولا جذريا فى حيـاة الدولوالجماعات ، واصبحت القوة فيها لاتقاس بما لديها من بشر ومن رباط الخيل ، ولكن بما تمتلكهمن طاقات ، وبما تسخره لها من مصانع وآلات.. وعندئذ تخلى الانسان عن تسخير عضلات البشروالحيوان ، وسخر بدلا منها وسائل ميكانيكية تنجز فى ساعات ما لا يستطيع مئات مـن البشرالاقوياء ان ينجزوه فى سنوات ، وهكذا تميزت الدول المتقدمة على الدول النامية والمتخلفة ..ومن وراء ذلك قوة تنبع من العقل ، وسر يكمن فى الطاقة !

والواقع أن قوة الشعوب ، ونهضة الدول تقاس الآن بقدر ما تستهلك من وحدات الطاقة .. فالولايات المتحدة الامريكية مثلا تعتبر فى وقتنا الحاضر أقوى الدول شأنا ، واكثرها تقدما ، واعظمها رخاء ، لانها تمتلك من الوسائل المثمرة التى تستخدم فيها منابع الطاقة ما لا يمتلكه غيرها من الدول .. فهناك علاقة واضحة بين متوسط دخل الفرد ، وبين ما يستهلكه من الطاقة .. فدخل الفرد الامريكى مثلا يصل فى المتوسط الى مايقرب من ٢٧٠٠ دولارا سنويا ، ويستهلك من الطاقة حوالى ١٨٠ مليون وحدة حرارية بريطانية فى العام الواحد (وسنعود الى هذه الوحدات فيما بعد لنعرف مضمونها) .. قارن ذلك مثلا بمتوسط دخل الفرد فى كندا وبريطانيا والاتحاد السوفييتى واليابان ، تجده على الترتيب فى حدود ١٨٥٠ ، ١٥٠٠ ، ٨٥٠ ، ٦٣٠ دولارا سنويا .. فى حين ان متوسط استهلاك الفرد من الطاقة فى هذه الدول يصل على الترتيب ذاته الى حوالي ١٣٠ ، ١٢٠ ، ٧٠ ، ٣٥ مليون وحدة حرارية بريطانية سنويا .. اى انه كلما زادت قيمة استهلاك الطاقة ، أو امتلاك منابعها ، دل ذلك على رخاء الشعوب ، وارتفاع مستوى الدخل فيها .. وطبيعى أن نصيب الفرد فى الشعوب النامية والمتخلفة أقل من هذا بكثير ، ذلك انهم يعتمدون على سواعدهم ودوابهم فى انجاز متطلبات حياتهم من زراعة الارض وريها ، وحمل الاثقال والاعتماد على الارجل فى قطع المسافات .. الخ .

والتحول الجذرى فى كشف منابع الطاقات الطبيعية واستخدامها بكفاءة فى عصرنا الحاضر يتضح من **الكتاب السنوى للزراعة** (عام ١٩٦٠) الذى تصدره الولايات المتحدة الامريكية .. ففى احدى فقراته يعقد المؤلف مقارنة طريفة بين اعتماد الامريكى على الدواب بعد الحرب العالمية الاولى حتى الفترة التى صدر فيها هذا الكتاب ، فيجيىء فيه أن اعداد الخيل والبغال فى عام ١٩١٨ قد وصلت الى ٢٥ مليون رأس ، ولكي يحصل هذا العدد الهائل على طعامه ، كان لابد ان يخصص له ٢٥٪ من محاصيل الارض الزراعية .. وطبيعى ان هذا العدد كان سيتزايد بمرور الزمن ، وسيتبع ذلك زيادة فى أعداد البشر الذين سيخصصون لرعايتها ، ويعنى هذا ايضا زيادة كبيرة فى مساحة الارض المزروعة لاطعامهم واطعامها ، لكن ذلك لم يحدث بسبب الطفرة التي ظهرت فى طرق المعيشة ؛ فالاقتصاد الامريكى فى الستينيات من هذا القرن ما كان ليعتمد اطلاقا على طاقة الخيل والبغال مهما كثرت اعدادها ، كما أن التقدم القومى فى جميع الميادين كان ــ بدون شك ــ سيتأخر تأخرا خطيرا مالم نقدم للزراعة طرزة جديدة من الطاقة والقوة الدافعة التى تهون بجوارها الطاقات البيولوجية (اى الناتجة من البشر والدواب) .. فعندما اخترنا طريق الطاقات الناتجة من الآلات والجرارات والمولدات الكهربائية ، ثم تحسين وتطوير كفاءة هذه المعدات باستمرار ، دخلت الزراعة الامريكية بذلك عهدا جديدا نحو زيادة الانتاج زيادة هائلة ومطردة .

لكن ذلك جانب واحد من جوانب عديدة ، فبجوار الطاقات المستخدمة فى الانتاج الزراعى ، تبرز طاقات أخرى هائلة فى مجال الصناعة والنقل وتوليد الكهرباء ، والبناء والتعمير والتدفئة والغذاء .. الى آخر هذه الانشطة المتعددة التي لن تقوم الا اذا كان من ورائها طاقة تقيم أودها ، وترفع صرحها .

●●●

الطاقة : ماهى ؟

لئن سألوك عن سر الطاقة ، او جوهرحقيقتها ، فقد لاتملك الا أن تجيب كما أجاب الرسول الكريم عن الروح عندما سألوه عن ماهيتها ، فجاء جوابه على لسان القرآن المجيد « ويسألونك عن الروح ، قل الروح من أمر ربي ،وما أوتيتم من العلم الا قليلا » .. كذلك نقول : وسر الطاقة ايضا من أمر الله ، فلا نعرف من جوهرها الا ظاهرها ، ولا ندرك من حقيقتها الا اثرها الذى يبدولنا بأوجه شتى .

ورغم أن الطاقة كلمة قد أصبحت الآن تتردد على كل لسان ، ورغم كثرة المؤتمرات الدولية التى تنعقد من أجل الطاقة ، فليس هناك تعريف مقبول لمعنى الطاقة وحقيقتها .

« **دائرة المعارف العلمية والتكنولوجية** »تقدم تعريفها عن معنى الطاقة فتقول « الطاقة هي القدرة على فعل الشغل » ــ وتستطرد ــ بعدأن تقدم بعض الامثلة الموضحة لهذا المعنى ــ فتقول « الطاقة كالشغل ــ كمية غير موجهة .. فوحداتها كوحدات الشغل وتتضمن قدم/رطل وارج Erg و جاول Joule (ليست جول كماينطقها البعض) وكيلوواط/ساعة » .. وبعد هذا تسرد مدلولات الطاقة ومنابعها .

وفى كتاب « الطاقة » يتساءل **جلين ت. سيبورج** ــ رئيس لجنة الطاقة النووية الامريكية فى المقدمة التي كتبها « لكن .. ماهى الطاقة علىوجه التحديد ؟ » .. ويجيب على ذلك « انها ليست شيئا تستطيع ان تكتشفه دائمابالأحاسيس ، فلو أن فيزيائيا اراد أن يصف تفاحة لانسان لم يرها فى حياته ، فانه قد يضع الثمرةببساطة على منضدة ويدعه ليتحسسها ويشمها ويتذوقها ، لكن الطاقة لايمكن ان توضع بمثل هذه البساطة على المنضدة ، لان الطاقة تستطيع ان تبدو على هيئات كثيرة ، فهى قد تظهر على هيئة طاقة حركية Kinetic أو كامنة Potential » .. الخ .

ويقول عنها الفيزيائى **ميشيل ويلسون** فىكتابه « الطاقة » « ان ادراك الطاقة ذاتها أمر صعب ، خصوصا وانها وافد جديد على صرح المعرفة .. فلكونها لاتلمس ولا ترى ، فانه من الممكن تخيلها فقط فى عقل الانسان .. لقد كانت المادة دائما سهلة الانطباع فى ادراكنا ، لانها شيء له كتلة ، كما انها تشغل مكانا فى الكون ، ولهذانراها ونشمها ونلمسها .. فأنت تستطيع ان ترى حجرا يندفع نحوك ، ثم تشعر بالألم عندمايصيبك ، لكن من الصعوبة بمكان أن تتخيل وجود شيء غير ملموس فى هذا الحجر المتحرك (بقصدالطاقة المحركة له) وسرعان ما يختفى (هذا الشيء) عندما يصل الى الارض (ويتوقف) .. لكن تفكير الانسان فى الاشياء المتحركة هو الذى طور معرفته من البداية عن مفهومنا للطاقة .. وهو مفهوم سيفودنا فى النهاية الى اعتبار ان الطاقة شيء شامل لكل قوى الكون » .

وعندما ينظر العالم المرموق **سير جيمس جينز** الى العوالم الدقيقة التى تكون الذرات فالمادة ، نراه يعبر عنها فى كتابه « الفيزياءوالحقيقة » فيقول :

ان دراساتنا لن توصلنا قط الى جوهر الحقيقة ، وسيبقى معناها الحقيقى وطبيعتها الاصيلة خافية علينا الى الأبد !

وأيا كانت **الامور ، او مهما اختلفت المدارك، وتفاوتت المدلولات ، وتباينت الشروح والنظريات،**

فان لغز الطاقة فى مجـال العلم ، كلغز الروح فىمجال العقيدة والدين .. صحيح اننا لا نرى الروح رؤية العين ، كما انه لايمكن السيطرة عليها لاثباتوجودها ، ولكن الطاقة ــ رغم عدم ادراكنا لسر جوهرها ــ تلعب فى الكون دورا هائلا ، كما انهاهى التى تهيمن على حياتنا ، وتوقد فينا جذوة « الروح » .. أى انها هى الروح فى الجسد ، فاذااختفت همد النظام ــ نظام الجسد ــ . وعلى الونيرة نفسها نقول : ان كونا بغير طاقة ، كجسدبدون روح .. أو طاقة ايضا .. فالأمر سيان ، لاننا لاندرك سر هذه ، ولا تلـك ، فاذا أردنا انندرك طبيعتها فى نظام ، اشاحت بوجهها ، وتجلت لنا بطبيعة أخرى قد نحسبها مختلفة عن الاصلالذى منه قد نبعت ، الا انها ليســت الا شيئا واحدا ، وان اختلفت معاييره .

والطاقات تلعب فى داخلنا وامامنا وحولناوالى مالانهاية لعبتها الازلية الخالدة .. فجميع النظم الكونية من أول الجسيمات والذرات ، الىالمخلوقات والارض والسماوات تزخـر بطاقات تتوقف درجاتهـا على مايستطيع ان يطلق هــذاالنظام ، او ما يستقبله ذاك .. ولولا تلك الرحلة الابدية التى تقفز فبها الطاقات ، وتنطلق فى أرجاءالكون على هيئــة موجات ، اقدارها مختلفات ، لتوقف كل شىء فى الوجود ، ولانطفأت الشموسواظلمت السماوات ، وأبيدت المخلوقات .

فلــو رجعنا مثلا الــى **الطاقات البيولوجية**التى تنطلق فى أجسامنا ، لوجدنا أنها تظهــر فى صور شتى .. فمن طاقــة حرارية الى حــركية(ميكانيكية) الى كهربية الى كيميائية الى افرازية الى امتصاصية .. وكل هــذه الاوجــه المختلفةظاهريا منبعها أساسا طاقة ضوئية ، سقطت يوما من الشمس على النباتات الارضية ، وبتنظيم حيخاص اصطادت « الشباك » المنصوبة فى النبات الطاقة الشمسية ، واختزنتها فى جزيئات عضويةعلى هيئة طاقة كيميائية ، وعندما تنطلق هــذه الطاقة تتحول بدورها الى صور أخــرى .. فقدتكون وقودا للآلات ، فتؤدى الى طاقة ميكانيكية ، والميكانيكية قد تتحول الى كهربية ، والكهربية الىضوئية أو حرارية او حركية أو موجات اذاعيــة أو كيميائيــة . وهكذا تدور الطاقــة ، فتختفىبوجه ، وتظهر بوجه آخر .

والطاقة الشمســية بدورها قد انبثقت منتحرير المادة وانطلاقها على هيئة طاقة حراريــة وضوئية واشعاعات كهرومغناطيسية غير منظورةلعيوننا ، لكن هناك أجهزة حساســة تســتطيع تسجيلها واثبات وجودها . وتستقبل ارضــناجزءا ضئيلا من الطاقة الشمسية ، وبه تنطلق طاقات أخرى شتى .. فمن نسيم يسرى ، الىأعاصير تدمر ، الى تيارات بحرية تجرى ، الى امواج تنطلق ، الى مياه تتبخر ، الى مخلوقاتتتحرك ، الى آلات تدور ، الى حضارة تشيد .. الى صراع على الطاقة ..

يعنى هــذا أن الطاقــــة ــ وان اختلفــتطبائعها ، وتباينت مظاهرها ــ ليست فى الحقيقة الا جوهرا واحدا ، لكنها قد تدخل من « الباب »بوجه ، وتخرج من « النافذة » بوجه آخر ، أو قد تلج هذا التكوين او ذاك كضوء ، فتخرج منهعلى هيئة طاقة كهربية أو كيميائية او حرارية .

والواقع ان الانسان ــ من قديم الزمن ــقد استنبط المكاييل والموازين والاطوال ليتخذها كوحدات معينة ، فيحدد بها ما يقابله فى حياته منمادة عالمه ، فنحن نستخدم الآن الكيلو متر والمتر والســنتيمتر والمليمتر كوحدات للمســافات ،والطن والكيلو جرام والجرام كوحدات للموازين ، والاردب والكيلــة والقــدح كمعايير للحبــوب ،والبرميل والجالون واللتر كمقاييس للسوائل .. وكل هذه معايير مادية لا تنفع كوحدات للطاقة .. فنحن لا نستطيع ان نقيس الاســتهلاك الكهربى

بالاردب ، ولا الطاقة الضوئية بالبرميل ، ولاالطاقة الحيوية بالمتر او السنتيمتر ، وكان لا بد والحال كذلك من لجوء العلماء الى استنباطوحدات أخرى ليحددوا بها اقدار الطاقة وكمياتها .. فما هي هذه الوحدات ؟



وحدات الطاقة

فى حياتنا العادية قد نستخدم كلمة الطاقةبمفهومها غير المحدد ، فنقول مثلا عن زيد من الناس أنه انسان ذو طاقات لا تعرف الكلل ، اوان هذا العمل فوق طاقة الشخص خاصة ، وطاقة البشر عامة ، وأحيانا أخرى قد نصف المجهودالعقلى بطاقة فكرية تتراوح ما بين انسان وانسان .. صحيح اننا لا نستطيع أن نضع الطاقة الفكريةفى موازين ملموسة، ولا أن نفيمها بمعايير معروفة، لكننا مع ذلك نستطيع ان نحتكم الى الانتاج العقلىالمسجل فى مجلدات وكتب للتمييز بين الطاقات الفكرية التى تنبع من أمخاخنا .. فيقال مثلا انانتاج « س » الفكرى قد فاق كل انتاج مماثل ، او أن « ص » له خمسون او مائة أو ألف مؤلف اوبحث او اختراع .. الخ ، ومع ا ن هذه لا تدخل تحت معايير علمية كالتي نستخدمها فى تحديدالطاقات الاخرى ، كأن نقول مثلا ان طاقة « هـ » الفكرية تساوى كذا سعرا (بضم السين وتسكينالعين) حراريا ، أو كذا كيلو واط / ساعة ، او كذا مترا أو حصانا .. الخ ، الا انه من المؤكد انمن وراء افكارنا طاقات حيوية تجرىفىأمخاخنا ..

والطاقات الفكرية كالطاقات الطبيعية ..فلكى تستثمر هذه أو تلك ، كان لا بد من تهيئة المناخ المناسب ، أو الوسيلة الفعالة لكى تظهرثمارها ، وتجنى المجتمعات عائدهما .. فكم من مجتمعات قضت على مفكريها ، وكم من دولشردت خيرة عقولها .. ذلك أن افكارهم الجديدة الرائدة لا تتمشى مع الافكار المورونة البالية ..وهى هنا بمثابة من يستخرج من الارض نروات هائلة، ثم يكنز عائدها ، دون ان يديرهفىمشروعاتتدر على البلاد خيرا وفيرا .. فالفكر المقيد ، كالمال الحبيس ، كالطاقة الكامنة فى طبائع الاشياء ،ولكى يكون لكل هذا فائدة ، فلا بد من تحرير الفكر من قيوده ، والمال من خزائنه ، والطاقة منمادتها ..

ومع أن الطاقة الفكرية متروكة لتقديرك ،الا أن معايير الطاقات الاخرى شيء محدد استخلصناه بالمعادلة والقانون .. فالمعادلة تعنىالتوازن ، والقانون يعنى النظام ، وعلى أساسهما سار كلشيء فى الكونبحساب ومقدار .. صحيحاننا نطلق الاسماء لنحدد بها طبائع الاشياء ، لكن ذلك سيقودنا الى الأسسالتى قامت عليها وحداتالمادة والطاقة والزمن والمسافة والكتلة .. الخ ، وطبيعى انك قد مررت على هذه التعريفات ـ اىالزمن والطاقة والكتلة .. الخ ـ وانت تحسبها اشياء منفصلة لا تربطها رابطة ، ولا تؤلف بينهاعلاقة قائمة ، لكن ذلك ليس صحيحا ، فالكل فى واحد ، والواحد فى كل ..

فللطاقة الذرية وحداتها ومقاييسها،وللطاقةالحرارية وحدات أخرى ، وكذلك للطاقة الضوئية والكهربية والميكانيكية والكيميائية والبيولوجية. . الخ ، ومع ذلك فمن الممكن ـ من حيث المبدأ ـ ان نحول كل قيمة من الطاقة الى قيمة أخرى ،ولذلك اساس عظيم مشيد فى طبيعتها ، فاصل الطاقة ـ كما سبق ان ذكرنا ـ واحد ، لكنظهررها بأوجهها المتعددة دفعنا لكى نحدد لكل وجه وحدات قياسية مناسبة .

فالعالم البيولوجي او الكيميائى يقدر الطاقةالحيوية أو الكيميائيـة بالكالـورى أو السـعر الحرارى ، ثم يضـع له قيمـة ثابتة محـددة ،فأحيانا يذكر فى حساباته كيلو كالورى ، وأحيانا أخرى يذكر الكالورى .. تماما كما نقـدر نحن الوزن بالكيلو جرام وبالجرام .. فالكيلو كالورى يساوى ألف كالورى ، والكالورى يسـاوى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماثة درجة مئوية واحدة ، وبالتحديد من ٥ر١٤ــ ٥ر١٥ درجة مئوية ، والكيلو كالورى فيه كمية من الحرارة تساوى ألف مرة قدر القيمة الموجودة فى الكالورى .. وطبيعى أن عالم البيولوجيا مثلا سعيد بوحدات طاقاته ، وهو يستطيع ان يحدد الطاقة الكامنة فى كل نوع من أنواع الاطعمة التى نتناولها ، فيذكر مثلا أن الزبد ذو قيمة حراريةعاليـة ، وأن الخضروات ذات قيمـة حـرارية منخفضة ، ولهذا فعلى الذين يريدون بأجسامهم البدينة نحولا ، الا يأكلوا الاطعمـة ذات القيمـة الحرارية أو السعر أو الكالورى الحرارى المرتفع ،بل عليهم ان يملأوا بطونهم بأطعمـة ذات قيمـة حرارية منخفضة او معتدلة .. ذلك أن كل شيء هنا مقدر ومحسـوب ، وكأنما هنـاك مـوازين حساسة منصوبة داخل خلايانا وانسجتنا ، ولاشك ان للجسم الحى هنا ميزانية خاصة تخضع لاصول السحب والادخار . . فالذى يبذل مزيدا من الطاقة ، يحتاج الى سحب جـزء من الرصـيد المخزون فى جسمه ليحترق ، فيمده بفيض من الطاقة ، وقد يعوض ما سحب برصيد جديد من الطعام .. المهم الا نسرف ولا نقتر فى السعرات الحرارية حتى تعتدل المـوازين فى أجسـامنا ، فتعتدل معها الحياة .

هذا ويبين الجدول التالى الطاقة التى يبذلها شاب فى خلال يوم كامل موزعـة على أنشـطته المختلفة التى يمارسها فى يومه .

نوع النشاط	الزمن المستنفد فيه بالدقيقة		الطاقة (كيلو كالورى / دقيقة)	المجموع
وهو نائم أو مستلق فى سريره	٤٥٧	×	٣ر١	٥٩٤
وهو جالس	٦٢٠	×	٦ر١	٩٩٢
وهو واقـف	١٢٥	×	٢٥ر٢	٢٨١
أثناء اغتساله وملبسه	٤٢	×	٩ر٢	١٢٢
عمله الروتينى المكتبى	٧٠	×	٠ر٣	٢١٠
أثناء المشي	٩٦	×	٦ر٥	٥٣٦
وهو يركب دراجة	٣٠	×	٤ر٦	١٩٢
	١٤٤٠ دقيقة (أى يوم كامل)			٢٩٢٧ كيلو كالورى

لاحظ ان استهلاك الطاقة بالسعر الحرارى يزيد كلما زاد نوع النشاط .. فالانسان يبذل طاقة ــ وهو يركب دراجة ــ اكبر بحوالى اربع مرات من الطاقة المبذولة وهو يمشى .. ولا شك ان لاعب الكرة يبذل فى مبارياته طاقـات اكبـر واكبر .. كذلك نحس بالطـاقة المبذولة ونحن نصعد السلالم .. وكلما زاد وزننا ، بذلنا طاقة أكبر ، والعجائز الذين يحيون حياة هادئة رتيبة يبذلون طاقة أقل من الكهول ، والكهول أقل من الشباب . والرجال اكبر من النسـاء .. الـخ ، ولكى يكون لكل هذا قيمة مقارنة ، فلا بد أن نضع له معايير محددة ، فنقول مثلا ان الطاقة المبذولة

مقدرة لكل كيلو جرام فى كل دقيقة أو ساعة ، اولكل مساحة محددة من سطح الجسم .. فالانسان الذى يزن ٧٠ كيلو جراما ، ويبلغ طوله ١٨٠ سنتيمترا تصل مساحة جسمه الى حوالى ١ر٩ مترا مربعا .. فاذا كان يبلغ من العمر ٢٥ عاما ،ويبقى فى سريره فى راحة تامة ، فانه يبذل ٠ر٦٥ كيلو كالورى / دقيقة / متر مربع .. هذا ويوضح **شكل ١ أ** الطاقة التى يبذلها افراد مختلفون فى اليوم الواحد ، وشكل **١ ب** يبين مستويات الطاقة التى يبذلها فرد واحد فى أنشطته المختلفة .

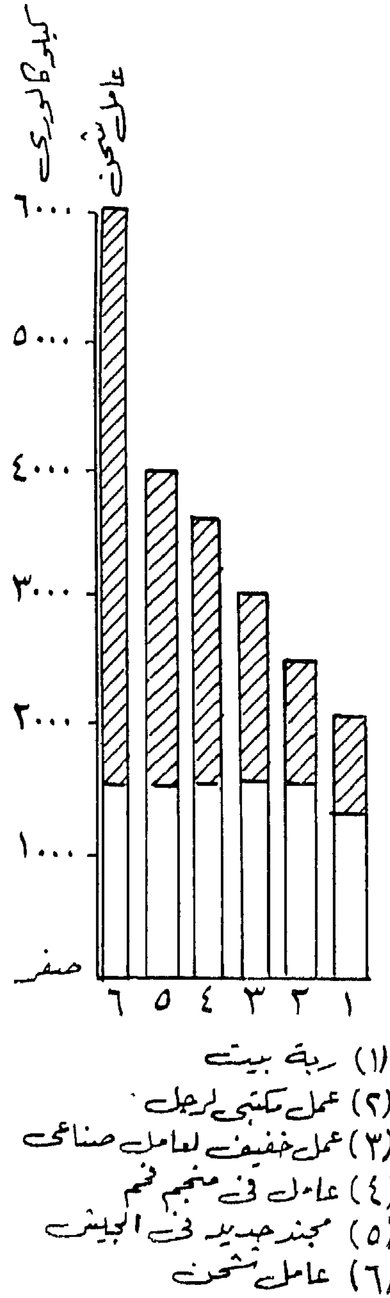
ومع ذلك فقد قدر العلماء الطاقة التى يستهلكها جسم انسان بالغ فى المتوسط يوميا بالوحدات الحرارية بحوالى ٣٥٠٠ كيلو كالورى.. لكن من الميسور ايضا حساب هذه الطاقة بوحدات اخرى ، فهى تعادل ١٣٨٩٥ وحدة حرارية بريطانية B.T.U. (British Thermal Unit) .. وهذه الوحدة الجديدة تنبثق من كون البريطانيين يستخدمون الرطل بدلا من الكيلو جرام ، ودرجة الحرارة الفهرنهيتية Fahrenheit بدلا من المئوية ، ولما كان الرطل يساوى ٥٩٢ر٤٥٣ غراما ، والدرجة الفهرنهيتية تساوى ٥٤٥ و. من الدرجة المئوية ، فان الوحدة الحرارية البريطانية تساوى ٢٥٢ر٠ كيلو كالورى ،او ان كل كيلو كالورى يساوى ٩٧ر٣ وحدة حرارية بريطانية .

او قد تصل طاقة هذا الانسان فى اليوم الواحد الى ٥٠٠ر٦٤٧ر١٤ جاول أو ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٤٧٥ر١٤٦ ارج ، أو ٠٠٠ر٧٨٧ر١٠ رطل / قدم ، او ٤ كيلو واط / ساعة أو ٥ر٣٦ قدرة حصان .. الخ .

فماذا يعنى كل هذا أيضا ؟

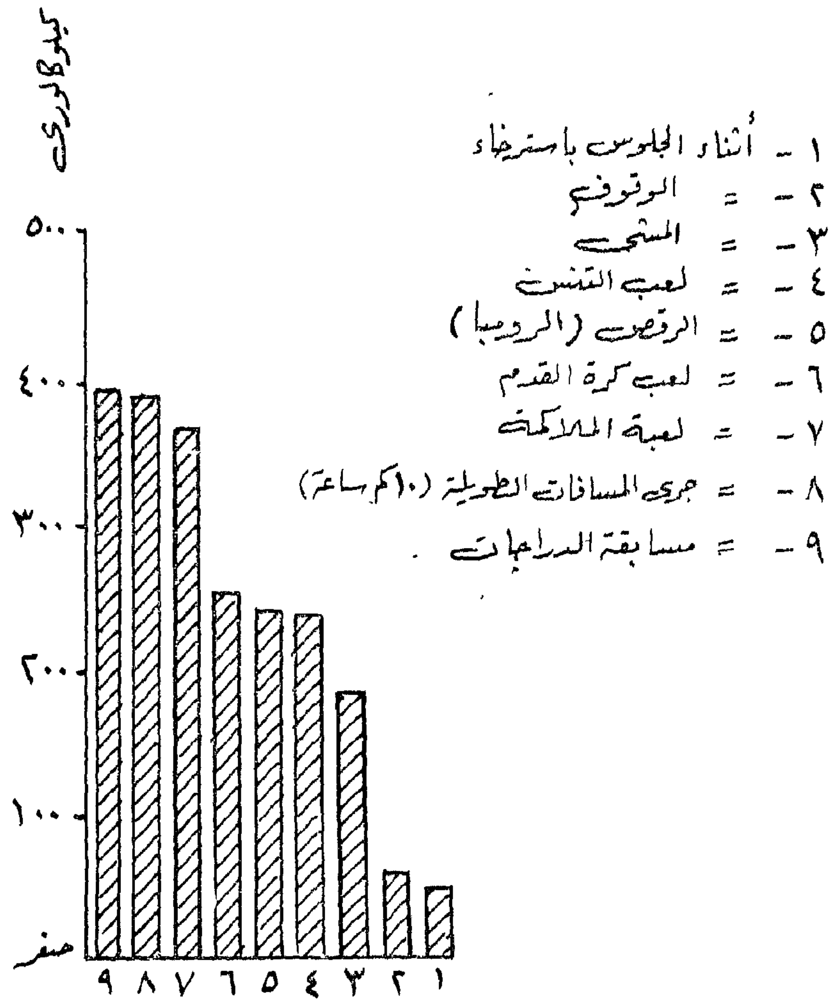
يعنى ان هذه الوحدات تستخدم فى مجالات شتى ، لأن للطاقة اوجها متعددة .. فهي قد تنجز شغلا ، او تضىء مصباحا ، او تدفع سيارة، او تنتج بخارا ، أو ترفع سحابا ، او تطلق صاروخا ، او تحيى انسانا وتميت آخر .. الخ .

وتعنى ان لكل شيء فى الكون طاقة محددة ومحدودة .. فانطلاق الجسيم الذرى فى مجالات القوى التى تتسلط عليه ، او انفلاق نواة ذرة واحدة لتنتج طاقة محددة .. الى آخر هذه المعايير الذرية الدقيقة ، نرى علماء الطبيعة الذرية يستخدمون وحدة الاليكترون ـ فولت .. وتلك الوحدة عبارة عن الطاقة التى يكتسبها اى جسيم يحمل شحنة كهربية (ولا يهم ان كان الجسيم اى جسيم آخر غير الاليكترون ـ المهم ان يكون له نفس الشحنة التي يحملها الاليكترون ـ سالبة كانت هذه الشحنة أم موجبة) عندما يتخطى مجالا كهربيا فرق الجهد فيه فولت واحد .. فانفلاق نواة ذرة يورانيوم واحدة تنتج طاقة تساوى ٢٠٠ مليون اليكترون ـ فولت .. هذا بالمقارنة الى ٤ اليكترون ـ فولت الناتجة من احتراق ذرة فحم واحدة وتحولها الى ثانى اوكسيد الكربون .. ويعنى هذا أن الطاقة النووية هنا اكبر بحوالى ٥٠ مليون مرة من الطاقة الكيميائية (اى الاحتراق) .. ورغم ان الرقم الناتج من فلق نواة اليورانيوم رقم كبير (أى ٢٠٠ مليون اليكترون ـ فولت) ، الا انه بالمعايير التى سبق ان ذكرناها لا يعد شيئا مذكورا ، فمن الممكن تحويل هذه القيمة الى كالورى او ارج او قدرة حصان أو واط .. الخ .



شكل ١ (أ)

شكل ١ (أ) ـ الطاقة المبذولة بالكيلو كالورى (السعر الحرارى الكبير) فى اليوم الواحد لأشخاص يقومون بأعمال مختلفه ولهم نفس العمر والوزن (٢٥ عاما ، ٧٠ كيلو جراما ، ومساحة سطح الجسم ١ر٩ مترا مربعا) .. مع ملاحظة أن الجزء الأبيض يمثل الطاقة الصفرى أثناء الاسترخاء التام .



شكل ١ (ب) - الطاقة المبذوله في الأنشطة المختلفة بالكيلو كالوري لكل ساعه لكل متر مربع من سطح الجسم .

فالشحنة الكهربية التى يحملها الاليكترون تساوى ١٦٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ر٠ كولوم .. والڤولت يساوى جاول ــ كولوم ، ومن هنا نجد ان طاقة الاليكترون ــ ڤولت تساوى أيضا نفس القيمة السابقة بالجاول ، والجاول اكبر من الارج بمليون مرة ، ولهذا فان طاقة الاليكترون ڤولت تساوى ١٦٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ر٠ ارج ، اويعنى ان جسيما يندفع بطاقة تقدر بمليون مليون اليكترون ــ ڤولت يحمل طاقة تساوى ١٫٦ ارج ، ومثل هذه الجسيمات ذات الطاقات العالية تندفع الى أرضنا من الفضاء ، ونعرفها باسم الاشعة الكونية التى لو تعرض لها الانسان والحيوان لدمرت ذراته وجزيئاته ، لكن الغلاف الهوائى فى طبقات الجو العليا يقف نيابة عنا كمظلة واقية ليحمينا من بلائها .

والواقع أن هذه الوحدات تعنى الكثير فى حياة العلماء كما يعنى المتر والساعة والكيلو جرام شيئا فى حياتنا ، **ورغم أننا نفصل بين هذه المدلولات فى حياتنا ، نرى أن صور الطاقة تجمع بينها فى معادلات رياضية خاصة .. فلكى تعرف طاقتك أو طاقة أى شيء متحرك ، كان لا بد أن تضع له وحدات خاصة من الكتلة والزمن والمسافة والمقاومة والجاذبية .. الخ ..** فبدلا من أن يضيع العالم وقته ، ويصدع رأس من يتحدث اليه فيقول على سبيل المثال : جرام واحد مضروب فى سنتيمتر واحد ومضروب فى نفسه مرة أخرى ومقسوم على مربع الزمن مقدرا بالثانية ، نراه يختصر كل ذلك على هيئة كلمة أو وحدة هي : الارج ــ أو يمكن التعبير عنها هكذا :

الارج = ١ داين ــ سم = ١ جم × سم ٢ / ثانية ٢ .

وطبيعي أن مثل هذه الوحدات لغة شفرية خاصة يتفاهم بها العلماء فيما بينهم ، ويعلمون ماذا تعنى ، ومن أين جاءت ، وكم تساوى .. الخ، فالارج مثلا وحدة من وحدات الشغل ، والشغل ــ كما ذكرنا ــ صورة من صور الطاقة ، أو هو الشيء الذى يعبر عن كمونها فى ذرة أو جزيء أو حجر موضوع فى قمة الهرم الاكبر .. فعندما يتطلع احد العلماء الى تلك الكتل الهائلة التي وضعها قدماء المصريين على ارتفاعات مختلفة ، فانه بلا شك قد يعود بذاكرته آلاف السنين الى الوراء ليقدر الطاقة التي بذلتها عضلات آلاف الرجال ، لترفع مثل هذه الكتل الجبارة وتضعها فى مكانها هناك .. وقد يخرج من جيبه ورقة وقلما ، ويجرى عدة حسابات ، ويكتب بعض معادلات ، ويخرج من ذلك بنتيجة غريبة ، ويقول مثلا : ان طاقة الرجال لم تذهب هباء ، فهي لا زالت **طاقة كامنة** Potential Energy فى تلك الكتلة الموضوعة على ارتفاع مائة متر ، وتقدر بكذا ارج ، أو فى تلك التي تعلوها بثلاثين مترا أخرى ، وفيها من الطاقة الكامنة نصيب أعظم ، لانها اخذت من مجهود الرجال مجهودا أضخم ، وتقدر طاقتها مثلا بكذا قدرة حصان ، او سعر حرارى .. الخ ، وقد يذهب الى أبعد من ذلك ويقدر لنا الطاقة الكلية التى بذلها الاجداد فى اقامة هذا البناء الشامخ ــ احدى معجزات الدنيا السبع الباقية على مر الزمان .

صحيح انك لا تستطيع ان تلحظ تلك الطاقة الكامنة فى كتلة ترتفع عن سطح الارض (أرضية الهرم فقط اى سفحه) بحوالى ١٤٠ مترا ــ ولكن عليك ان تتصور أن شيئا ما قد خلخل هذا الحجر ، وتركه يسقط من عليائه ، عندئذ سوف يصيب الرعب القاتل الجموع البشرية الموجودة عند سفح الهرم .. فسقوط الحجر الضخم واندفاعه بقوة هائلة ــ بفعل قوة أخرى تعرف بالجاذبية ــ يعنى الموت والدمار لكل من ومايصطدم به هذا الحجر .. بشرا كانوا هم أو حيوانات أو سيارات .. الخ .

لقد تحولت الطاقة الكامنة الى **طاقة حركة** Kinetic Energy .. صحيح أنها طاقة غير موجهة ، لكنها لو وجهت لتقوم بشغل أو عمل ،لاعطتنا الطاقة ذاتها التي بذلها قدماء المصريين في رفعها الى مكانها من الهرم ضد الجاذبية الارضية.. وهذا يعني ــ في سياق الحديث أيضا ــ أن الجاذبية قوة أخرى غير منظورة ، ولا يظهر مفعولها الا في وضع الاشياء في مستويات من الارتفاع مختلفة .. فكلما كان ارتفاع الحجر أوأي شيء آخر كبيرا ، وكانت كتلته ايضا كبيرة ، فانه ــ بلا شك ــ يحتوي على طاقة كامنة أكبر من حجر مساو له في الوزن ، لكنه موضوع في مستوى أقرب من سطح الارض .. لكن الذي يحدد ذلك كله معادلات رياضية تتناول الكتل والمسافات والزمن .. الخ ، وعلى اساسها تحسب القوى الدافعة للصواريخ والقذائف والسيارات والروافع وما شابه ذلك .

وقد نعود الى ذلك العالم الذي يقدر الطاقة الكامنة في ذلك الحجر الموضوع هناك على ارتفاع معين في الهرم ، وعندما يحدد مسافته ، وزمن سقوطه ، وكتلته ، والمجهود الذي بذل في قطعة من الجبل الشرقي وسحبه الى البر الغربي على صفحة النيل .. الخ ، قد ينظر اليك ويقول : حسنا .. ان هذا الحجر قد أخذ من سواعد الرجال الشيء الكثير ، ثم قد يقدم لك رقما هائلا ويقول .. ان حساباتي تشير الى رقم يتجاوز ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٤٠ر٧٨ ارج ... وقد يومىء برأسه ويستطرد قائلا : ان الارج وحدة من وحدات الشغل ضئيلة ، ولكي تتصور مقدارها انظر الى هذه القطعة المعدنية التي لا تزن اكثر من عشر جرامات ، فعندما اسقطها من بين أصابعي الى الارض لتقطع مسافة تقدر بثلاثة أقدام ، فان طاقتها الدافعة قد تصل الى مليون ارج ، أو أن الضغط باصبعك على أحد حروف الآلة الكاتبة لتكتب حرفا واحدا يستلزم منك شغلا تصل طاقته الى حوالي مليون ارج ، او عندما ترفع حجرا وزنه رطل واحد الى أعلا لمسافة قدم واحدة أي (رطل/قدم) فانك تكون قد بذلت طاقه تقدر بحوالي ٠٠٠ر٨٥٠ر١٣ ارج (أو حوالي ٣٦ر١ جاول * .. لأن كل جاول يساوي عشرة ملايين ارج) ... وعندما ترفعه ثلاثة أقدام ضد الجاذبية الارضية ، فان الطاقة المبذولة تساوي ٠٠٠ر٥٥٠ر٤١ ارج .. أو عندما تكرر عملية رفع الحجر لمسافة قدم ما يقرب من ثلاثة آلاف مرة ، فانك تكون قد بذلت طاقة تقدر بحوالي ٠٠٠ر٠٠٠ر٥٥٠ر٤١ ارج ، او ربما يعادل كيلوكالوري واحد وهذه يمكن الحصول عليها من حرق الطاقة الكامنة في حوالي رطل من الخبز ، او ١٨٢ جراما من الشكولاته ، او ١٢٥ جراما من الزبد ، أو لترين من البيرة ، او لتر ونصف لتر من اللبن .. الخ .

يعني هذا أيضا أن الطاقة الكامنة في الحجر والتي حسبها لنا العالم بمعادلاته توازي ٠٠٠ر٨٧٠ر١ كيلو كالوري ، أو حوالي ٢٩٢١ قدرة حصان ، او الطاقة الكيميائية المتحررة من احتراق ٢٠٧٨ كيلو جراما من البطاطس ، او بمايعادل ٢١٨٠ كيلو واط / ساعة .

والكيلو واط / ساعة بدوره يؤدي شغلا ليس بالهين .. فلو تحولت الطاقة الكامنة فيه الى حرارة لصهرت لنا ثلاثة كيلو جرامات من المعدن ، او لصنعت عشرة أمتار من القماش ، او لحولت ١٥ كيلو جراما من الحبوب الى دقيق ، او لخبزت مائة رغيف ، او لحلبت ٤٥ بقرة ، او لجزت صوف ١٥ خروفا ، او لغلت ماء عشرة غلايات كاملة من الشاي (وحجم الغلاية متروك لتقديرك) ، او لجمدت ٤٠ كيلو جراما من اللحوم (في ثلاجة) وكانت كافية لحلاقة ذقون ٤٠٠ من الرجال !

*** الجاول وحدة من وحدات الشغل ، وقد استخدمت في مجال العلم تخليدا للعالم الفيزيائي البريطاني جيمس بريسكوت جاول .. اما الارج فكلمة مشتقة من اليونانية ومعناها شغل .**

بصورة اخرى نستطيع ان نقول أن الطاقةالمبذولة فى الحجر هى بطريقة اخـرى تسـاوى الطاقة العنيفة التى بذلها ٦٠٠ رجل قوى ولمدة٢٤ ساعة كاملة ، ولو تحولت هذه الى حرارة ، لصهرت حوالى ستة أطنان ونصف طن من المعادن،أو لو استفدنا بها كطاقة ضوئية ، لأضـاءت لنا مصباحا كهربيا قوته مائة واط لمدة ثلاثين شهراـ ليلا ونهارا ــ أو لأضاءت حوالى ٢١٨٠٠ مصباحا كهربيا قوة كل مصباح مائة واط ولمدة سـاعةكاملة !

وهكذا يمكن تحويل الطاقات من صورة الى أخرى ، ومن وراء ذلك وحدات تحددها .. ومن أجل هذا يستخدمها العلماء دائما فى كل مجالات العلم ــ من فيزيائيه وذرية وبيولوجية وحرارية وكونية وميكانيكية .. فانفلاق نواة ذرة من ذرات اليورانيوم ــ ٢٣٥ تنتـج طاقـة تقـدر بحوالى ٣٤٠٠٠ر٠ ارج ، فى حين ان اشـعال عـود من الكبريت يولد طاقة حرارية تصل الى اكثر من ٦٠ الف مليون ارج ، ومن هذه القفزة الهائلة من قيمةالطاقة الناتجـة من انفلاق نواة ذرة لليورانيوم ، الى الطاقة المتحررة من اشعال عود الكبريت بدووكأنما هى تحط من قيمة الطاقة النووية الكامنة فى الذرات .. لكن ذلك ليس صحيحا ، فالواقعان نواة الذرة ضئيلة غاية الضـآلة ، فالجـرام الواحد من اليـورانيوم يحتـوى على حــوالى٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٣ ذرة ، ولهذا فان انفلقت ذراته ، فانها تطلق طاقات تصل الى ١٠ ١٧ ارج (أى ١٠ أس ١٧ .. أو واحد على يمينه ١٧ صفرا ، أو مائة الف مليون مليون ارج)ــ لكن هذه الكمية الهائلة الناتجـة من الطاقـة الانشطارية لا تمثل الا جزءا واحدا من الف جزءمن الجرام ، وهى التى تمثل لنا كمية المادة التى تحولت بالفعل الى طاقة .. والى هنـا يتبين لناضخامة الطاقة النوويـة بالمقارنـة الى الطاقـة الكيميائية (كاشعال عود من الكبريت او جرام من الفحم أو ما شابه ذلك) .

وعندما نتعرض للطاقات الاخرى ، فسوف تقفز أمامنا الارقام قفزا ، بحيث قد لا يكون لها فى عقولنا مفزى ، ومع ذلك فعلينا أن نعرضـهاعليك ، ليتبين لك ضخامة القوى الكونية، ومكانك منها فى هذا الوجود .

الطاقة المبذولة فى أو الناتجة من :	مقدارها بالارج
١ ــ انسان صناعته قطع الاشجار	١٠ ١٤ *
٢ ــ انفجار القنبلة الذرية على هيروشيما	١٠ ٢١
٣ ــ اعصار مدمر	٥ × ١٠ ٢٢
٤ ــ قنبلة ايدروجينية قوتها مائة مليون طن من مادة ت.ن.ت شديدة الانفجار	١٠ ٢٥ ارج
٥ ــ زلزال أرضى قـوى	٥ × ١٠ ٢٥ ارج
٦ ــ ما تستقبله الارض من الطاقة الشمسية سنويا	٥ر٤٣ × ١٠ ٣١ ارج
٧ ــ دوران الارض حول محورها	٥ × ١٠ ٣٦ ارج
٨ ــ دوران الارض فى مدارها حول الشمس	٥ × ١٠ ٤٠ ارج
٩ ــ الطاقة الناتجة من الشمس سنويا	١٠ ٤١ ارج
١٠ ــ انفجار نجم عملاق	١٠ ٤٨ ــ ١٠ ٤٩ ارج

* ١٠ ١٤ = ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر١٠٠ ارج ــ فالرقم الاعلى على يسار الرقم الاسفل يبين عدد الاصفار التى عليك ان تضعها على يمين الرقم واحد .. ف ١٠ ٢٠ يعنى واحدا على يمينه عشرون صفرا .

ومن هذه الارقام تتضح لنا ضآلة طاقات الانسان، أو ما صنعه من قنابل ذرية وايدروجينية هي بمثابة عيدان كبريت مشتعلة بجوار براكين كونية مشحونة بطاقات تتجلى فيها، او تسيطر عليها لتجعلها تدور حول نفسها تارة، وتنطلق في مدارات حول غيرها تارة أخرى. فكوكب الارض جرم صغير اذا ما قورن بالاجرام الاخرى التى قد تكون اكبر منه بآلاف او مئات الآلاف أو ملايين المرات .. ومع ذلك فلدورانه حول نفسه طاقة، وحول شمسه طاقة أخرى أكبر: ولو أردنا حسابها بمعايير الطاقة الميكانيكية المستخدمة في حياتنا لبلغت طاقة شغل الارض ما يقرب من ١٨٠٠ مليون مليون مليون مليون قدرة حصان *(المليون مكررة أربعا) ، ولو لم تنطلق الارض حول الشمس بهذه القدرة الجبارة ، لجذبتها الشمس الى مجالها جذبا ، ولصهرتها وصهرتنا فى أتونها صهرا .. لكن القوى الكونية قد اشتغلت بحساب ، وسارت الاجرام فى أفلاكها بمقدار .. فلا الشمس تتغلب على الارض او على كواكبها الاخرى التي تدور حولها ، ولا تلك الكواكب بهاربة من قبضة شمسها الى الفضاء .. وعندئذ يحق القول الفصل « خلق السماوات بغير عمد ترونها » .. « والسماء رفعها ووضع الميزان » .. فالعمد قوى كونية لا نراها ، وان كانت تتجلى لنا فى جاذبية ودوران وحركة ، لتبدو لنا كموازين غير مرئية تسيطر عليها قوته البديعة ، ثم سيطرته العظيمة على كل ما فى الكون من بلايين البلايين من الاجرام السابحة فى ملكوته العظيم بطاقات هائلة تتجلى لرجل العلم بلا نهاية ، وتبرز له بلا حدود ، وعلى قدر ما يستوعب عقله المحدود !

لكن الطاقات الهائلة التى يزخر بها هذا الكون طاقات حبيسة فى « قماقمها » .. فى ماديتها .. فماذا لو تحررت ؟ .. علينا ان نتعرض لذلك باختصار .. لنرى وجهين لحقيقة واحدة .



الطاقة مادة متحررة

أنت ترى بالنور ، وتعيش على النور ، وخلقت من النور .. والى النور يوما قد تعود .. لتعود الكرة من جديد .. « قل هو يبدىء ويعيد » !

فأنت جسد لكن الجسد من نور .. ولست وحدك فى الكون .. لأن كل ما فيه من مادة ظاهرة وخافية من نور تجسد .. فتكور .. فظهر .. فدارت به الافلاك .. وليكون « الله نور السماوات والارض » ..

وللنور درجات .. فمنه اللطيف ، ومنه القوي الشديد الذى لو تجلى لجبل لجعله دكا ..

---

* قدرة حصان Horse-Power تعبير استخدمه العالم المشهور جيمس واط ليقدر به قدرة شغل آلته البخارية التى اخترعها واستخدمها فى رفع المياه من الآبار ، وكانت الخيل هي الوسيلة المستخدمة فى رفع هذه المياه وقتذاك ، ولهذا احضر عددا من الاحصنة القوية لتستخرج كمية الماء ذاتها التي تستخرجها آلته البخارية ، وقارن بين قدرة هذه وتلك فى الشغل ، ومن هنا استطاع ان يقدر ان حصانا قويا يقوم بشغل يصل الى ٥٥٠ رطل ـ قدم/ثانية ـ أى أن يرفع هذه الارطال الى اعلا ضد قوة الجاذبية لمسافة قدم واحدة لكل ثانية. وقدرة الحصان بحساب آخر تساوى ٧٫٤٦٠٫٠٠٠٫٠٠٠ ارج أو تساوى ٧٤٦ جاول .

« قال رب أرنى انظر اليك ، قال لن ترانى ، ولكن انظر الى الجبل فان استقر مكانه فسوف ترانى ، فلما تجلى ربه للجبل جعله دكا ، وخر موسى صعقا ، فلما أفاق قال سبحانك تبت اليك » !

وليس كل ضوء مرئيا .. بل لنا حدود فيما نرى ، كما أن لنا حدودا فيما نسمع ونطيق وندرك ونعلم !

وقد يبدو هذا الكلام أقرب الى أسلوب الصوفية منه الى لغتنا العلمية ، وقد يكون ذلك وقد لا يكون ، لسنا فى الواقع ندرى ، لكن الذى ندريه — نسبيا — أن النور الذى نراه قوة خفية .. وفيما فوقه أو تحته انوار أخرى ذات قوى أو طاقات مختلفة ، لكن عيوننا ليست مهيأة لاستقبالها ، ولو استقبلناها لاصابتنا بالعمى .

لا بد أن نذكر هذه المقدمة الصغيرة فى سياق حديثنا حتى لا تختلط علينا الامور بين العلم والعقيدة ، وحتى نكون واضحين فى تقديم صورة جديدة من صور القوى أو الطاقات الكونية التى تتجلى فينا وفى خارجنا مما سوى الله فأبدع !

والنور يعنى الضوء أو الضياء أو الوميض أو القبسات النورانية أو الاشعاعية او الاشعة الكهرومغناطيسية أو الفوتونات Photons (أو الكوانتا Quanta) (أى كميات محددة من « طرود » ضوئية .. مفردها كوانتم Quantum) .. والمسميات الثلاثة الاخيرة هي التى نستخدمها فى مجال العلوم .. وهى التى أنارت عقولنا على ما فى هذا الكون من أسرار عظيمة ، وأضاءت لنا الطريق لنرى شيئا من طبيعته المثيرة ..

فالانسان والحيوان والنبات والميكروب وكل شيء دبت فيه الحياة يتكون من شقين : شق مادى منظم أعظم تنظيم ، وشق « روحى » أو حيوى تنطلق منه طاقة محددة لتسيطر على كيان هذا التنظيم المادى ، وتدفعه دفعا ليشق طريقه فى الحياة لوقت معلوم ، ثم يتخلى عن الطريق ليفسح المجال لغيره ، ولكن بعد أن يكون قد ترك نسخة من ذاته تواصل الحياة مع غيرها من طوفان المخلوقات ، وهو ما نعبر عنه بالتناسل والتكاثر والذرية والاجيال .. الخ .

لكن « الروح » أو الطاقة التى تسرى فى داخلنا هى روح نظام بديع لا زلنا فى اسراره حائرين ، فنحن لم نعرف بعد كل أسرار الخلية الحية التى منها قد نشأنا ، ولا كذلك سر خلية ميكروبية بسيطة .. ذلك أن هذه الوحدات الحية التى لا تراها العين لضآلتها ليست الا نظما من داخل نظم من داخل نظم .. وهكذا تتراكب الاجزاء وتتداخل بعضها فى بعض .

وكل حى لابد أن يموت .. والموت يعنى خللا فى النظام ، ولا يزال هذا الخلل يتعاظم ويتفاقم حتى تخل الفوضى ، وتتوقف « روح » هذا النظام أو ذاك عن انتاج الطاقة .. فلا تتحرك عين فى مقلتها ، ولا ينبض قلب فى صدره ، ولا يتردد نفس فى قفصه ، ولا تشع حرارة فى أوصاله ، بل تحل محلها برودة مميزة ، وهى دليلنا على توقف الجسم أو هذا النظام البيولوجى الخاص عن بذل الطاقة التى قدرناها من قبل فى المتوسط بحوالى ٢٥٠٠ سعر أو كيلو كالورى .. أو اكبر من ذلك أو أصغر !

لكننا لاشك نظلم أنفسنا اذا نظرنا الى أجسامنا المادية مثل هذه النظرة القاصرة .. صحيح ان الذى يفرق بين الميت والحى هو تلك الطاقة التى تستطيع الخلايا المختلفة ان

تستخلصها من الطعام أو وقود الحياة فتظهر فى الكائن الحى على هيئات شتى (وسنعود لهذه الطاقة بالشرح فيما بعد) ، فاذا توقف النظام الحي عن انتاج الطاقة ، فان ذلك لايعنى اختفاءها حتى تظهر « يوم البعث » ! .. اذ لو تعمقنا فى بواطن الامور لادركنا ان هذه الكتلة الميتة تموج بقوى هائلة ، وتفور بطاقات عالية .. لكنها لاتظهر لنا ولا تتجلى ، ذلك انها حبيسة فى جسيماتها .. فى ذراتها .. فى جزيئاتها .. فى خلاياها .. فى أعضاء هذا الميت وانسجته التى توقفت الى الابد عن انتاج الطاقة الظاهرية ..رغم مافى باطنها من طاقات حبيسة .

وقد يبدو هذا الكلام غامضا على غير المتخصصين .. لهذا كان لابد من شرح وتوضيح .

فالكتلة الميتة أو الحية لم تكن فى البداية الا فوتونات أو كوانتا أو موجات كهرومغناطيسية أو ضوءاً أو نورا أو طاقة . ذلك ان كل شيء مادي ــ حيا كان أو سائلا أو غازا أو جمادا ــ ليس الا بمثابة « قمقم » فيه مارد حبيس .. لكن الفرصة غير متاحة لاطلاقه من قمقمه ، او تحريره من ماديته ، ولو استطعنا ان نحول المادة من صورتها الحبيسة الى وجهها الآخر الطليق ، لأذلت العباد ، ولدكت الجبال ، ولأبادت المدن فى لحظة من زمن .

لكن حياتنا على هذا الكوكب ، تتوقف على حياة الشمس .. فان ماتت متنا والشمس بدورها تعتمد فى حياتها على تحويل المادة المجسدة الى طاقة متحررة لتتدفق فيما حولها من فراغ على هيئة اشعة حرارية وضوئية ونفايات جسيمات ذرية واشعاعات أخرى .. ولا بد أن تتخلص الشمس من هذه الطاقات الزائدة حتى لا تنفجر ، ولا بد أيضا ان تحتفظ بنسبة من تلك الطاقة لترفع درجة حرارة جوفها الى مايقرب من ٢٠ر٠٠٠ر٠٠٠ درجة مئوية ، وعند هذه الحرارة العاتية « تلتهم » الشمس بعض مخزونها من الايدروجين و « تهضمه » على هيئة عنصر أعقد يعرف باسم الهيليوم (من هيليوس اليونانية اى الشمس ــ ولهذا فالهيليوم عنصر موجود بكثرة فى الشمس) ، وفى هذه العملية التى يدخل فيها اربعة أنوية (بروتونات) لعنصر الايدروجين لتلتحم فى نواة الهيليوم ، يختفي جزء ضئيل من المادة ، ويتحول الى طاقة تعادل شغلا قدره حوالى ٤٥٠٠٠٠٠ر٠ ارج .. ورغم ان هذه الكمية ضئيلة جدا ، الا ان الطاقة الناتجة من تحويل جرام واحد من الايدروجين الى هيليوم يمكن ان تؤدى شغلا يصل الى ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٥٠٠ر٧ ارج .. أوبما يعادل ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر١ قدرة حصان (مما يذكر ان جرام الايدروجين يحتوى على حوالى ٦٦ ألف مليون مليون مليون ذرة .. ومن هنا يتضح ان الطاقة الالتحامية تبدو صغيرة ، ولكننا نتعامل مع بلايين البلايين من الذرات) .

وكل هذه الارقام والتقديرات ستبدو ضئيلة غاية الضآلة اذا ما قورنت بما يجرى فى داخل هذا الفرن الكونى الجبار .. فالشمس لايمكن أن تعيش على جرامات أو كيلو جرامات او اطنان تتحول الى بلايين بلايين البلايين من الارجات أو حتى القدرة الحصانية .. لكنها فى كل ثانية تمر من حياتها الطويلة تستهلك وجبة من الايدروجين تصل كتلتها الى ٥٨٧ مليون طن ، وتحولها الى ٥٨٣ مليون طن من الهيليوم .. لكن هناك فرقا بين ما « أكلت » وما تحول الى نفاية (أى هيليوم) تقدر كتلته بحوالى اربعة ملايين طن فى الثانية الواحدة ! فأين ذهبت هذه الكمية الهائلة من المادة ؟

الواقع أنها ظهرت بوجهها الآخر .. لقــدتحررت فى الطاقات الحرارية والضوئية التى تنير بها ما حولها ، وتدفىء كواكبها التي تطوف بعيداعنها بعشرات ومئات وآلاف الملايين من الاميال .. وتلك فى الواقع طاقات فوق تصور البشر ، ومعذلك فهناك توازن عظيم بين ما تحتفظ به الشمس من طاقات ، وبين ما تتخلص منه فى الفضاء ، فلوحلت البرودة (النسبية) بجوفها ، لانهارت تلك الكتل الهائلة من المادة الخام (الايدروجين) التىتدخرها لاستهلاكها لآلاف الملايين من الســنوات القادمة ، ولضغطت على جوفها ضغطا رهيبا قديؤدى الى انفجارها ، ولو اختزنت كل حرارتهــا الهائلة لساعات معدودة ، لارتفعت كما ترتفع مثلادرجة حرارة انسان أصيب « بضربة شمس » ، واختل فيه التوازن الحرارى الذى يحدد بين مايتخلص منه وما يحتفظ به من حرارة .. ولهذا فقد تنفجر الشمس وتنتهى ، ويموت الانســانويختفى .. لكن حمدا لله ان وضع الموازين فى السماوات قبل ان وضعها على الارض ، فلدينامن البشر بلايين، وليس لدينا الا شمس واحدة.. فان ماتت ، لتوقفت كل صور الحياة على هــذاالكوكب .

ويوم استطاع الانسان أن يضع يده على سرغال من أسرار هذا الكون المثير من خلال معادلة رياضــية ، فانه لم يصــدق ـ بادىء الأمــر ـما اشارت اليه هذه المعادلة التى قدمها لنا العالم الشهير ألبرت اينشتاين فى عام ١٩٠٥ ، والتىظهرت كوليد صغير مــن نظريته « النسبية » ، ورغم ان المعادلة بسيطة فى تركيبها وفحواها ، الاانهــا عميقة فى معناهــا ومغزاها ، لدرجــة ان اينشتاين نفسه لم يصدق ان مدلول هذه المعادلةيمكن ان يتحقق يوما على هذا الكوكب .. لكنها تحققت بعد اربعين عاما .. فى قنبلتين ذريتين ..احداهما اسقطت على هيروشيما ، والثانية على ناجازاكى .

لقد نجح الانسانفى تحويل المادة الى طاقة..لكن الذى يوضح امامنا ضخامة الطاقة المجسدة فى ماديتها معادلة اينشتاين الشهيرة التى تتكونمن حروف ثلاثة ، ونكتبها هكذا :

ط = كس ٢ $E = mc^2$

أى الطاقة = الكتلة × مربع سرعة الضوء Energy = Mass X Velocity of Light (Squared)

لكن .. ماهى العلاقة بين الكتلة وبين الضوءاو سرعته وبين الطاقة ؟ .. وكيف تجمعت هكذا ؟ .. وماذا تعنى حقا رغم مابينها من مفارقات ، اوعدم تجانس فى الصفقات ؟

الواقع ان هذه هى لغة المعادلات .. وهىلغة خاصة تتناول أسرار هذا الكون بالتحليل ، لتستشف طبيعته وما ينطـوى عليه مــن وحدةاصيلة رغم مافيه من متناقضات ظاهرية .. لكن المعادلة تحيل التناقض والنفور الى وحدة نظامتدعو الى التساؤل والحيرة .

لكــن دعنا نعبر عــن هــذه المعادلة بمنطقالارقام .. ولنأخذ زيدا من الناس كمثال ، ولا يهم ان كان حيا أو ميتا « طازجا » ، فالذى يهمناحقا هى كتلته ، ولتكن ٧٠ كيلو جراما ـ فيهــا ٧٠٫٠٠٠ جرام ، وسرعة الضوء فى الثانية الواحدة٣٠٠ ألف كيلو متر ـ فيها ٣٠٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠ سنتيمتر (فالمعادلة تشــترط الكتلــة بالجــرام والسرعة بالسنتيمتر) ولنعوض هــذه الارقــام بمدلولاتها فى المعادلة السابقة :

الطاقة = ٧٠٫٠٠٠ × ٣٠٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠ × ٣٠٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠

= ٦٣٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠ ارج

الرقم ــ بلا جدال ــ يبدو من الضخامة بمكان بحيث قد لاتستوعبه العقول .. وهو يعني ان المادة في جسم زيد لو تحررت من ماديتها ، وتحولت الى طاقة تحولا تاما فانها تظهر على هيئة قدرة أو شغل يدير كل مصانع مصر ويضيء مدنها وقراها لسنوات طويلة قادمة .. ولهذا دعنا نحول وحدات الشغل الناتجة (اى الارج) الى طاقة حرارية مقدرة بالكيلو كالورى .. عندئذ ينتج لنا ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٥٠٠ر١ كيلوكالورى .. لكن الرقم لايزال خياليا .. ومع ذلك فهو يوضح لنا الفرق بين طاقة زيد اليومية التي قد تصل الى ٣٥٠٠ أو ٤٠٠٠ كيلو كالورى (اذا كان يؤدى عمله الشاق بضمير) وبين الطاقة الحقيقية المقيدة في جسمه على هيئة مادية !

أو دعنا نحول الطاقة الحرارية الى وحدات اخرى من الطاقة ، ولتكن هذه المرة طاقة كهربية .. وعلينا اذن ان نستخدم الكيلو واط/ساعة ، وفي هذه الوحدة يكمن ٨٦٠ كيلو كالورى ، وبعملية حسابية بسيطة ينتج لنا رقم اصغر ـــ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٨٠٠ر١ كيلو واط/ساعة ، اى حوالى ٢ مليون مليون كيلو واط/ساعة لو أن زيدا هذا قد تناول وجبة دسمة ، وزادت فيها كتلته قدرا معقولا .. وهذا المحصول الهائل من الطاقة التي تحررت من مادة زيد المجسدة اكبر قليلا من الطاقة التي ينتجها السد العالي لمدة مائتى عام ، وعلى شرط أن يشتغل بكامل طاقته !

او لو فرضنا أن هذه الطاقة قد تحولت الى صورة أخرى كيميائية مخزونة في طعام نتناوله ، وبفرض أن استهلاك الفرد في المتوسط (الكبير مع الصغير ، والنشط مع الكسول واليقظ مع النائم .. الخ) يصل الى حوالى ١٥٠٠ كيلو كالورى يوميا ، وفي كوكب يبلغ تعداده أربعة آلاف مليون نسمة ، فان هذه الطاقة المتحررة من جسم زيد تكفى لاعاشة أهل الارض جميعا لاكثر من ٢٥٠ يوما ! .. او تساوى الطاقة المختزنة او المتحررة من حرق ٠٠٠ر٠٠٠ر١٤٠ طنا من البترول ، او قدر الطاقة المدمرة الناتجة من تفجير ٠٠٠ر٠٠٠ر٥٠٠ر١ طنا من مادة ت.ن.ت. شديدة الانفجار .. أو .. أو الى آخر هذه الارقام التى تقفز أمامنا ، وكأنما نراها في أحلام اليقظة .

لكن زيدا هذا ليس بمعايير الكون شيئا مذكورا ــ نقصد من حيث هو كتلة ، لا من حيث هو عقل مفكر أو غير مفكر .. صحيح ان الطاقات التى نحصل عليها من تحويل المادة الى طاقة في المفاعلات الذرية مثلا ليست الا قطرة في بحر من بحور الطاقة التى تجرى في أتون شمسنا وحدها ، لكنها ــ على أية حال ــ قد جذبت عقولنا الى منبع من الطاقة قد لا ينضب لو عرفنا كيف نسيطر عليه ، فنستخدمه للتعمير .. لا للتدمير !

ان مجرد تركيز العقل البشرى ــ بعد ذلك ــ على الكميات الهائلة من المادة التى تحررها الشمس في اليوم الواحد على هيئة طاقة ، ثم استمرارها على هذا المعدل منذ حوالى خمسة آلاف مليون عام وحتى الآن ، ثم مواصلتها الحياة بعد ذلك لآلاف الملايين من الاعوام القادمة ــ كل هذا قد يصيبنا بالدوار .

ليس بالشيء الهين أن تتحول حوالى اربعة ملايين طن من مادة الشمس في كل ثانية الى دفقات جبارة من الطاقة ، فلو أنك قدرت بعد ذلك ما تستهلكه في اليوم من مئات ألوف الملايين من الاطنان ، ثم تحويل ذلك الى جرامات ، ثم ضربها في مربع سرعة الضوء بالسنتيمتر (على حسب المعادلة السابقة الخاصة بالمادة والطاقة) لنتج لك رقم نكتبه هكذا : ٣ر١ × ١٠^٣٩ ارج ، أو ٣ر١ × ١٠^٣٢ جاول ، أو ٦ر٨ × ١٠^٢٥ كيلو واط/ساعة ، تستقبل أرضنا منه يوميا حوالى جزء واحد من الفى مليون جزء .. لكن فيه الكفاية ، اذ تصل طاقة هذا المقدار الضئيل للغاية الى

مايقرب من ٣ر٤×١٠^١٥ كيلو واط/ساعة ، وبهيدور كـل شيء على كوكبنا .. تـدور ملايين البلايين من اطنـان الهـواء ، فى تيارات رافعـةخافضة .. أحيانا ما تلفح وجوهنا كنسيم عليل ، واحيانا اخرى كرياح وعواصف بأسها شديد،وقدتكمن فيها طاقات تفوق فى طاقتها مئات القنابل الذرية والايدروجينية ـ وبالطاقـة الشـمسيةتخرج ملايين البلايين من اطنان بخار المـاء الى الهواء ، فندور فيه على هيئة سحاب تتساقطمنه الامطار ، وتجرى الانهار ، وتورق الاشجار ، وتكتسى الارض بالخضرة والازهار ، وتتكون بها(بالطاقة الشمسية) الحبوب والثمار ، وتحلق الفراشات ، وتغنى الطيور ، وتسبح الاسماك ،وفوق كل هذا يدور الانسان فى ارضه لينقب فيها باحثا عن مزيد من الطاقة ليحصل على مزيد منالقوة والرفاهية .. ومن وراء كل هذه الحركة البديعة ـ التى تتم فى الهواء والبحار والاحياء ـجزء ضئيل جدا من طاقة تحررت من ماديتها ، لتسلط بوحداتها على نظم اليكترونية وذريـةوجزيئية لتبعث فيها الروح والحياة ، وسنعود لنوضح معنى ذلك عندما نتعرض للبطاريات الحيةالتى تصطاد تلك الطاقات ، لتدفع بها كل ما على هذا الكوكب من أحياء . فمن وراء حركته نور أوضوء أو طاقة شمسية لها مع الحياة قصة مثيرة .. لكن علينا الآن أن نتعرض للوجه الآخـر منالحقيقة .. اى تجسيد الطاقـة من بعد تحرير وانطلاق .. فهل هذا فى الامكان ؟ .. دعنا اذننبدأ من الأساس .

تجسيد الطاقة Materialization of Energy

يحكى ان عالما انجليزيا شابا يدعى **بول ديراك**خرج على العالم فى عام ١٩٢٨ بنبأ مثـير نتيجة لتحليل معادلات رياضية تناول فيها بعض معادلاتنظرية النسـبية **لاينشتاين** ومعادلات نظرية الكم Quantum Theory **لماكس بلانك** .. ومن عملية« المزج » بين هـذه وتلـك ، جاءت بعض نتائج تتمشى مع منطق هذا العالم الذى فيـه نعيش ،وجاء بعضها الآخر بأنباء ـ لا هى مقبولة ولا هى معقولة ، وقد تبدو أمام الانسان وكانما هى تشيراليه من طرف خفى بأن هنـاك أمـورا تحدث فى الكون ، ولكنها تسير بالمقلوب .. اى معاكسة لكلما نعرفه أو تعارفنا عليه فى طبيعة عالمنا وتكوينه .. فماذا يعنى عندما نقول مثـلا أن طاقـة زيدسـالبة ، او ان زمنه يجـرى الى الوراء ، او انه يتكون من مادة نقيضة لمادة عالمنا ، أو أن هناكجاذبية تدفعه بعيدا عن الارض بالقوة ذاتها التى تشد بها انسانا آخر له كتلة زيد نفسها .. الىآخر هذه الامور المضادة لطبيعة عالمنا !

طبيعى اننا لم نر شـيئا غـريبا ـ مثل ماتنبأت به المعادلـة ـ يحدث على أرضـنا ، ورغم غرابـة ما جاءت به المعـادلة من نبـوءة ، الا انالشاب ديراك اكد لمن تهكموا عليه أن ما جاء به ليس اثما فى العلم ولا بهتانا ، ولا بد أن هناك شيئالم تتفتح له العقول بعد ، او ربمـا كان سـابقا لأوانه .

لقد كان ديراك يقوم بتحليل رياضي لحركةاليكترون وحيد فى الفراغ ، ولكى يتحرك فلا بد له من طاقة .. ولقد وضع ماكس بلانك الحدود التىيمكن ان تتعامل بها الطاقة مع المادة من خـلال تحليل رياضى ايضا ، بل واوضـح لنا ان الطاقـةالضوئية مثلا لا تنطلق كشعاع متصل وكما تراه العين ، ولكنهـا تأتـى كطـرود او « باقات » اووحدات دقيقة جدا من الطاقة (وسوف نعود لها بعد حين) ، وجاء بعده البرت اينشتاين ، ووضعلنا المعادلة التى تنبأت بتحويل المادة الى طاقة .. وتبعهما ديراك الذىاشارت تحليلاته الى أن الطاقةأيضا يمكن أن تتجسـد فى جسـيمات .. وكلما كانت طرود أو باقات الطاقة قوية وكبيرة ، كانتالجسيمات المتجسدة منها ثقيلـة .. والى هنا والموضوع يمكن تقبله من حيث المبدأ .

لكن ديراك ذهب الى أبعد من ذلك وتنبأ بأن معادلته تشير الى أن « طرود » الطاقة اذا تجسدت فى جسيمات ، فان وحدة الطاقة المناسبة تخلق زوجا من الجسيمات .. أحدهما عدو أو نقيض او مضاد للآخر .. فاذا تلامسا بعد ذلك ، فلا بد أن يتخليا عن صفتهما المادية ويعودا سيرتهما الأولى .. اى الى موجات من جديد . ولقد حدد ديراك أن وحدة أو باقة من الطاقة لا تقل عن ٢٫٠١ مليون اليكترون ـ ڤولت عندما تصطدم بهدف مادى ، فانها تتوقف بعد أن كانت تنطلق بسرعة الضوء . وتتجسد فى نيجاترون Negatron (اى الجسيم الذى يحمل شحنة كهربية سالبة ونعرفه باسم الاليكترون) **وفى بوزيترون** Positron (اى الجسيم الذى يحمل شحنة كهربيه موجبة) ... والواقع ان هذين الجسيمين متشابهان تماما من حيث الكتلة ومن حيث مقدار الشحنة الكهربية والمجال المغناطيسى والدوران .. الخ ، لكن كل شىء من هذه الصفات يظهر معكوسا .. فاذا دار النيجاترون يمينا ، دار البوزيترون يسارا ، واذا حمل هذا شحنة موجبة ، جاء الآخر بشحنة سالبة ، واذا اتجه هذا فى المجال المغناطيسي الى اليمين ، اتجه الآخر الى اليسار ... وبالاختصار فنحن أمام عالمين متشابهين ، لكنهما ـ على مستوى الجسيمات الذرية ـ متناقضان ، وكأنما تبرز أمامنا فكرة الصورة « النيجاتيف » (على الفيلم) والصورة «البوزيتيف» (على الورق الحساس) .. فاليمين فى هذه ، يسار فى تلك ، والابيض هنا ، أسود هناك .. وهكذا (لاحظ ان النيجاترون والبوزيترون مشتقان من النيجاتيف والبوزيتيف) .

لكننا فى الواقع لا نتحدث هنا عن صور ، بل عن تجسيد حقيقى للطاقة التى يتخلق منها اليكترون (نيجاترون) فيه من الطاقة أكثر قلـ من نصف مليون اليكترون ـ فولت ، وبالمثل تماما يتخلق البوزيترون ، ولكل منهما كتلة تساوى حوالى تسعة أجزاء من مائة بليون بليون بليون جزء من الجرام ! (٠٫٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٩١ جرام) .. لكن البوزيترون لو ظهر ، فانه لا يستطيع ان يعيش مع مادة عالمنا التى تغلق ذراتها بسحب اليكترونية تدور حول أنويتها ، ولا بد أن يتلامس فى لحظة خاطفة مع أحد الاليكترونات ، فيبيد أحدهما الآخر ، ويفنيان على هيئة مادية .. لكن لا شىء ـ فى الواقع ـ الى فناء ، بل يظهران بوجههما الآخر ـ اى الى ضوء منظور او غير منظور ، كل هذا يتوقف على حدود الموجات التى تبصر بها عيوننا ، وحدود الموجات التى تنطلق من الجسيمات عندما تتخلى عن صفتها المجسدة الى التحرر والانطلاق بسرعة الضوء على هيئة موجات كهرومغناطيسية . لتصبح من جديد وحدات أو باقات من الطاقة !

كل هذا كان كلاما على ورق .. أو معادلات منشورة فى بحث مركون على رف .. ولن يكون لذلك قيمة ما لم تتحول الفكرة الى واقع ، والمعادلة الى تجسيد .. **فهل تحقق من تلك النبوءة شىء قد يفيد ؟**

بالتأكيد ! .. فبعد اربع سنوات اكتشف العلماء مسارين متضاربين لجسيمين عادت بهما الواح حساسة من طبقات الجو العليا ، ولقد عكس مسارهما المجال المغناطيسى المثبت فى جهاز خاص لدراسة الاشعة الكونية فى طبقات الجو العليا . وبدراسة هذه المسارات دراسة وافية ، تبت بما لا يدع مجالا للشك ان بعض طرود الطاقة التى اندفعت الى غلافنا الهوائى مع الاشعة الكونية قد اصطدمت بهدف مادى ، وتجسدت على هيئة اليكترون واليكترون نقيض (بوزيترون) .. لكن الاخير تخلى عن صفته المادية فى لحظة خاطفة عندما اصطدم بأحد الاليكترونات ، فعادا الى طبيعتهما الأولى .. اى الى ومضتين ضوئيتين .

وبعد الحرب العالمية الثانية توصل العلماء الى تجسيد الطاقات التى تندفع بها الجسيمات بسرعة فائقة فى المعجلات الذرية الجبارة التى تصل طاقتها الى عدة آلاف الملايين من الاليكترون ڤولت .. وفيها ظهرت جسيمات أكبر مثل البروتون ونقيضه ، والنيوترون ونقيضه .. ويعنى هذا أنه أصبح بالامكان تجسيد كل الجسيمات الاساسية التى تدخل فى تكوين الذرات مع جسيماتها النقيضة .. لكن النقيض ـ كما ذكرنا ـ لا يمكن أن يعيش فى عالمنا ، لأن طبيعته معاكسة تماما لطبيعة جسيماتنا التى تكون مادة هذا الركن من الكون العظيم .. **ومن الامور المثيرة حقا ان العلماء قد توصلوا الى تخليق ذرة ايدروجين نقيضة * (اى ببروتون سالب واليكترون موجب فى حين ان ايدروجين عالمنا يتكون من بروتون موجب واليكترون سالب)** .. لكن ذرتنا النقيضة لم تعمر لحظة من زمن ، اذ سرعان ما تلامست مع مادة عالمنا ، فافنى كل جسيم جسيمه النقيض ، وتحررا من صورتهما المادية ، لنطلقا على هيئة موجات كهرومغناطيسية

لكن .. ماذا يعنى كل هذا ؟

يعنى فى المقام الاول أن معادلات ديراك قد تحققت كما تحققت معادلة البرت اينشتاين .. فالأولى تنبأت بامكان تجسيد الطاقة فى جسيمات وجسيمات نقيضة ، وصحت نبوءتها ، والثانية تنبأت بتحرير المادة وتحويلها الى طاقة ، وصحت نبوءتها ايضا ، وهذا يعنى حقا ان المادة والطاقة وجهان لشىء واحد .

ويعنى التجسيد ـ فى المقام الثانى ـ أن الكون ربما يكون قد بدأ بدايته من طاقات « نورانية » جبارة ، ومنها تجسدت جسيمات نقيضية ، ثم تسلطات عليها قوى كونية ـ لا نعرف كنهها ـ لتعزل النقيض عن نقيضه ، ثم تجمعت الاليكترونات والبروتونات والنيوترونات ليتكون منها ذرات عوالم مثل ذرات عوالمنا ، وفى الوقت ذاته تجمعت الاليكترونات النقيضة (البوزيترونات) مع البروتونات النقيضه مع النيوترونات النقيضة لتظهر بها ذرات عوالم نقيضة .. وهى عوالم لا تختلف عن عوالمنا فى الظاهر ، لكن كل شىء فى بنائها المادى قد اصبح معكوسا بالنسبة لعالمنا .. فالماء مثلا يتكون من ايدروجين وأوكسجين ، وليس ما يمنع اطلاقا من اتحاد الايدروجين النقيض مع الاوكسجين النقيض فى العالم النقيض ، ليتكون الماء النقيض ، الذى تعيش فيه مخلوقات مائية نقيضة ـ ربما تشبه مخلوقات عالمنا ، أو قد تنشأ فيها كائنات عاقلة نقيضة ! .. لكننا لو فرضنا ووضعنا قطرة من ماء عالمنا على قطرة من ماء العالم النقيض ، لاحدث ذلك انفجارا عاتيا ، ولانطلق ضوء ساطع ، ولانبثق سعير هائل ، وبهذا تختفي القطرتان تماما ، وتتحول مادتهما الى موجات كهرومغناطيسية بأسها شديد .

والواقع أن موضوع العوالم والعوالم النقيضة Worlds and Antiworlds من أعظم الموضوعات اثارة فى مجال العلوم الحديثة .. لكن الذى يهمنا هنا ـ خصوصا بعد أن توصل العلماء الى تجسيد الطاقة ـ أن الانسان لو استطاع ان يتوصل الى طريقة فعالة ليحرر بها المادة من تجسيدها ، ويحولها الى موجات ، فانه يكون قد توصل بالتأكيد الى منابع لا تنضب من الطاقات .

---

* بعد الانتهاء من كتابة هذه الدراسة ، تبين ان العلماء قد توصلوا ايضا الى تخليق ذرة اعقد هى ذرة الهيليوم فى معجلات ذرية ذات طاقات أضخم .. ولهذا لزم التنويه .

ورب متسائل يتساءل : ولكننا نحصل على الطاقة النووية من خلال عملية تحويل المادة الى طاقة عن طريقين : طريق انشطار نوى اليورانيوم، او طريق التحام ذرات الايدروجين الثقيل فى ذرات اعقد .. وبهذا يختفى فى تلك العمليات جزء من المادة ، لتظهر على هيئة طاقة .

وهذا صحيح .. لكن المادة هنا لم تتحول تماما الى طاقة .. ففى عملية الانشطار او الالتئام، لا يختفى الا جزء ضئيل جدا من المادة ، وقد لايزيد هذا الجزء عن ١ر٠٪ من المادة الاصلية .. ولكن ما نرمى اليه هنا ان تكون كفاءة هذا التحول بمعدل يصل الى ١٠٠٪ ، ولن تتأتى ذلك الا باطلاق جسيمات المادة على جسيمات المادة النقيضة ، وهنا تختفى المادة تماما ، وتبدو لنا بوجهها الآخر الذى ينطوى على قوى وطاقات تفوق خيالنا .. فهل سيتوصل العلم الى هذا الهدف يوما ـ حتى ولو كان هذا اليوم بعيدا ؟ ..



وللطاقة كمياتها ودرجاتها

من أعظم العلماء الذين كانت لهم على العلم أياد بيضاء منذ نهاية القرن الماضى ، وبداية هذا القرن ـ العالم الفيزيائى الشهير **ماكس بلانك** صاحب نظرية الكم Quantum Theory التى تناولت الطاقة بالتحليل من خلال معادلات رياضية أوضحت لنا الكثير من أسرار هذا الوجه الآخر للمادة .. فكما ان للمادة وحداتها التى لا يمكن ان توجد الا على هيئة كيانات صحيحة ، كذلك ايضا كانت وحدات الطاقة ، فنحن لا نستطيع ان نقول ان لدينا خمس وحدات ذرية ونصف . او عشر وحدات وربع ، لأنه لا يوجد شيء اسمه نصف او ربع او سدس ذرة ، فاذا انشطرت الذرة الى نصفين أو اكثر ، فان ذلك لا يعنى ان تبقى الانصاف على حالها ، بل تتحول فى اللحظة ذاتها الى وحدات اصغر من ذرات متكاملة ، وكذلك **الحال ايضا مع الجسيمات التى تتكون منها الذرات .. فهى أيضا على هيئة وحدات مستقلة** بحيث لا يوجد فيها ما يمكن أن يكون نصف **اليكترون ، أو ثلث بروتون** ، أو ربع نيوترون ..الخ ، بل كل وحدة جسيمية تبقى على حالها متكاملة ، فاذا حدث وتفتت البروتون مثلا الى اجزاء ، فانه يتحلل الى وحدات اصغر من ميزونات وبوزيترونات ونيوترينو وموجات من الطاقة .

وعلى الوتيرة نفسها ذهب **ماكس بلانك** الى اعتبار ان الضوء او اية اشعاعات او موجات اخرى من الطاقة ليست الا نبضات تتدفق كوحدات متكاملة أطلق عليها اسم كوانتا Quanta اى كميات محددة من الطاقة تجرى بسرعة ثابتة تصل الى ٣٠٠ الف كيلو متر فى الثانية الواحدة على هيئة باقات أو طرود او **قبسات او فوتونات** Photons (**والفوتون** هنا نعنى ايضا وحدة ضوئية واحدة ، وكلمة فوتوغرافيا تعنى التصوير الفوتونى اوالضوئى) ، وكل هذه الوحدات تتجمع فى عائلة تعرف باسم الموجات الكهرومغناطيسية .. **فكلها ذات طبيعة واحدة** ، وان اختلفت شدتها ما بين فوتون وفوتون .. ولا يمكن لهذه الوحدات ان تنشطر ، ليكون هناك نصف كوانتم ، او ثلث فوتون ، او ربع باقة من الطاقة ، بل ليكون هناك فوتون أقوى من فوتون بمرتين أو عشرة أو الف أو مليون أو بليون .. وهكذا .

ولكى نأخذ فكرة مبدئية عن ضآلة هذه الباقات او الفوتونات أو وحدات الطاقة ، فعلينا ان نذكر أن الارج الواحد يحتوى على ما يقرب من ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٢٠٠ فوتون أو وحدة ضوئية من وحدات الضوء البنفسجي ، او على ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٤٠٠ فوتون من الضوء الاحمر ، أو مـا

بين ذلك تكون مقادير فوتونات الوان الطيف الاخرى .. أضف الى ذلك أن الطاقة التى تبذلها للضغط على حرف واحد من أحرف الآلة الكاتبة لتكتب هذا الحرف تصل الى مليون ارج ، وبعملية حسابية بسيطة يتضح انه يلزم لاتمام هذا الجهد الضئيل ما يقرب من ٢٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ كوانتا أو وحدة طاقة (الواقعة فى البنفسجى) ولا شك ان العين عندما ترى الصور فانها لا بد ان تستقبل طوفانا من هذه الوحدات تقدر ببلايين بلايين البلايين ، ولهذه قصة أخرى مع العين والمخ ، وسوف نتعرض لها فى حينها .

والواقع ان معظم ما يجرى فى عالمنا من احداث ، انما تحكمه تفاعلات تتم بين عوالم مختلفة من الموجات التى تنطلق على هيئة طرود دقيقة من الطاقات ، وبين عوالم من الاليكترونات التى تدور حول نوى ذرات المادة كسحب كهربية .. فعندما يندفع فوتون بسرعة الضوء ليصطدم بأحد هذه الاليكترونات فانه قد « يركله » ركلة شديدة بحيث يخرجه من مداره ، او قد يدفعه لكى يدور فى مدارات أوسع ، وهو لا يطوف فيها الا بطاقات يحملها من الفوتونات حملا .. وعلى حسب قدر الطاقة التى يتقبلها يتحدد مصيره فى عالمه الذى ينتسب اليه ، مثله فى ذلك كمثل من يصعد سلما ، او يقذف حجرا ، او يطلق قذيفة .. فالصعود الى أدوار اعلا واعلا ، يتطلب ان نبذل مجهودا اكبر وأقوى ، وكذلك الحال مع حجر أو قذيفة أو رصاصة ، ولكل عالم ما يناسبه من طاقات تدفعه .. لكن الذى يحكم مستوى الطاقات التى تحملها هذه الطرود أو القبسات الضوئية تلك المعادلة الرياضية التى قدمها لنا ماكس بلانك والتى نكتبها هكذا :

ط = هـ × ث

اى ان طاقة الكوانتم الواحد = كمية ثابتة × تردد الموجة فى الثانية .

هذا والكمية الثابتة التى قدرها بلانك (ونسبت اليه فيما بعد على أنها ثابت بلانك) تساوى ٦٦٢٤ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠ ارج ثانية ، وبالامكان الحصول على طاقة الكوانتا المختلفة اذا ما عرفنا شدة ترددها Frequency فى الثانية الواحدة .. فكلما كان ترددها أكبر ، دل ذلك على ان طاقاتها أضخم ، وطول موجاتها أقصر .. فطرود الطاقة التى تكون الاشعة البنفسجية اقوى من مثيلتها فى الاشعة الحمراء ، ذلك أن الاولى تتردد بمعدل ٧٥٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ مرة فى كل ثانية ، والثانية نصف هذا المقدار بالتقريب ، وعندئذ فان طاقة كل فوتون فى الاشعة البنفسجية تساوى على حسب المعادلة السابقة حوالى ٥٠٠٠٠٠٠٠٠٠ر٠ ارج (حاصل ضرب ثابت بلانك فى معدل تردد الموجة فى الثانية) .. وطاقة كل فوتون فى الاشعة الحمراء تساوى تقريبا نصف هذا المقدار .

ونحن نخشى الاشعة فوق البنفسجية ، والاشعة السينية ، وأشعة جاما Gamma Rays المصاحبة لتفجير القنابل الذرية ، والاشعة الكونية ، لأن طرود الطاقة فيها ذات بأس شديد ، والواقع أن كل هذه الاشعاعات المدمرة تنطلق دائما فى الفضاء ، ولا شك ان فعلها مدمر على الحياة ، ولولا ان حيل بيننا وبينها « بمظلة » واقية من جزيئات الهواء فى طبقات الجو العليا لتتلقى نيابة عنا ضرباتها القاصمة ، لما قامت على هذا الكوكب حياة لأى كائن حى ، فسلوكها مع الذرات والجزيئات التى تدخل فى تكوين خلايانا ، كسلوك الرصاصات والشظايا التي تنطلق كوابل منهمر على البشر ، فتغير هذه طبيعة الذرات او تفتتها ، وتبيد اولئك البشر وتقتلهم !

ولا شك اننا نسمع دائما من محطات الاذاعهان الارسال سيستمر على موجة قصيرة طولها ــ على سبيل المثال ــ ثلاثون مترا ، او متوسطةطولها ٣٠٠ مترا ، او طويلة قد تصل الى ٣٠٠٠ مترا ، فان ذلك يعنى ان هناك كميات محددة منالطاقة تثار بها اليكترونات ، فتقفز من مدارها الى مدارات اعلا ، وعندما تقفز عائدة الى مدارها ذىالطاقة الاقل ، فلا بد أن تتخلص مما حملت ، فينطلق منها حملها على هيئة طرود من موجاتكهرومغناطيسية .. ولكل موجة تردد خاص ، ولكل طاقة تتوقف على شدة اهتزاز الاليكترونبما حمل ، ولهذا فان فوتونات الموجة القصيرة تتردد بمعدل يصل الى حوالى ١٠ مليون تردد فىالثانية ، والمتوسطة الى مليون ، والطويلة الى مائة ألف .. وهكذا .

وعلى الجانب الآخر نأتى فوتونات الاشعةالكونية أو اشعة جاما .. فهذه قد تتردد بمعدل يصل احيانا الى ١٠^٢٢ تردد فى الثانية الواحدة(أى واحد على يمينه ٢٢ صفرا .. أو مائة الف مليون مليون مليون !) .. وهذا يعنى انه أقوىمن الضوء العادى بحوالى مائة مليون مرة .. وتأتى بعد ذلك الاشعة السينية المدمرة التى يصلترددموجاتها الى ١٠^٢٠ او ١٠^٢١ مرة فى الثانية .. والاشعة فوق البنفسجية من ١٠^١٦ ــ ١٠^١٨ مرة /ثانية .. حتى اذا ما وصلنا الى الاشعة البنفسجية * بدأت عيوننا تتقبل موجاتهاوتراها ، لانها تقع فى الحدود المرسومة لمدى ابصارنا .. فنحن لا نرى الا فى حدود موجاتلا تنقص اطوالها عن ٤٠٠ مللى ميكرون (المللى ميكرون = جزء من مليون جزء من الملليمتر) ،ولا تزيد عن ٧٠٠ مللى ميكرون .. فنحن لا نرى الاشعة فوق البنفسجية لأن شدة ترددها تقعفوق حدود العين ، أو أن طول موجاتها اقصر من ٤٠٠ مللى ميكرون ، أو ان فوتوناتها تحمل طاقاتأقوى ، وقد تؤذىعيوننا لو استقبلتمنها جرعات كبرى .. فعيوننا لا تتأثر بموجات أطول من ٧٠٠مللى ميكرون (وهى حدود الاشعة الحمراء التى نراها كألوان حمراء) ، ولهذا فلا يمكن أن نريها .. لكن ليس معنى ذلك أن الطبيعة قد استنفذت وسائلها ، فليست العين البشرية هىالوحيدة على هذا الكوكب بل هناك عيون أخرى تستطيع ان ترى بالاشعة فوق البنفسجية ،واخرى تبصر فى الظلام الدامس بالاشعة تحت الحمراء ! .

ان التفاعل الأزلى بين طرود الطاقة وبينجسيمات وذرات وجزيئات المادة هو الذى مهد لظهور الحياة على هذا الكوكب ، وهو الذى ارسىقواعد التوازن بين ما تتقبله المادة منها،وما تتخلى وتشعه بعيدا عن تكوينها .. فعندما تصطدمالكوانتا او تلك الكميات الضئيلة المحددة منالطاقة بجسم مادى ، فانها تتوقف ، وفيه تختفى ، لكنهالا تضيع ، بل تؤدى عملا ، كأن تقوم مثلا بعقد « الصفقات » الاليكترونية بين ذرة وذرة ، اوجزىء وجزىء ، وذلك من خلال عملية تنشيط بالطاقة التى تخلت عنها لعالم المادة ، والتنشيطيؤدى الى حركة ، والحركة الى روابط تؤلف بين الذرات والجزيئات ، لتنشأ منها مجتمعات اكبر ،وبنايات أعقد ، هى التى تظهر فى النظم الحية على هيئة بروتينات ودهون وسكريات معقدة ، وغيرذلك من ملايين المركبات التى تترابط بالطاقات ، فاذا تفككت روابطها ، انطلقت منها الطاقاتوتحررت ، لتظهر فى صور أخرى ، وهذا ما سنتعرض له بالتفصيل عندما نقدم نموذجينبيولوجيين يوضحان رحلة الطاقة بين شمس ونبات وحيوان .

---

* وهى اقصر موجات الضوء المنظور ، ولهذا كانتاشده ترددا ، واكبره طاقة ، هذا ويقع تردد الضوء العادى فى حدود ١٠^١٥ ترددا فى الثانية ، ويتكون من سبعة الوان منالطيف .

لكن الماده عندما تتقبل طرود الطاقة ، فانهلا تحتفظ بها كما هى ، بل تستفيد منها بنصيب ، وتتخلص من نصيب آخر ، فتشعه على ماحولها .. لكن ليس معنى ذلك ان الباقة او الطرد او الكوانتم من الطاقه قد نجزأ الى جزئين بحيث يستفيد التكوين المادى بجزء ، ويشع جزءا آخر ، بل يعنى انه دخل بقدرة من الطاقه اكبر ، وخرج بقدره أصغر ، والفرق بين ما دخل وما خرج قد احتفظ به التكوين المادى بصوره أو بأخرى .. مثله فى ذلك كمثل رصاصه تنطلق بشدة نحو انسان ، فتدخل من ناحية بقوه ، وتخرج من الناحية الاخرى بقوة أضعف ، والفرق بين طاقتيها قد تحول الى هدم وتمزق وتدمير .. اى أنه قد ترك على هذا النظام الانسانى بصماته .. لكن هناك فرقا بين طاقه تنطلق بها رصاصه أويندفع بها كوانتم .. ذلك لأن الكوانتا لها طبيعه مختلفة ، ولهذا كان لا بد أن نستخدم معها لغةأخرى ، فنقول أن الكوانتا تدخل المادة بموجات أقصر ، أو تردد أكبر ، وطاقة أضخم ، وتخرج منها بموجات أطول او تردد أصغر ، وطاقة أقل ، والفرق يظهر فى كوانتا أخرى لتقوم بشغل أو عمل أو حركة أو ترابط اليكترونى .. الخ .

فالأرض مثلا تستقبل من الشمس طاقات هائلة (لكنها بالنسبه لما تطلقه الشمس ليست شيئا مذكورا) ، ولو احتفظت بكل ما يصل اليها ، لاصبحت سعيرا رهيبا ، لكن الامور تسير بحساب ، وتجرى بمقدار .. فمن الشمس تنطلق كل أنواع الموجات الكهرومغناطيسية ، بداية من الموجات القصيرة جدا ، الى الطويلة جدا ، وما بين هذه وتلك تكون موجات الضوء والحرارة ، ولا بد من تصميم يباعد بيننا وبين طرود الطاقة ذات الموجات القصيرة للغاية ، ففيها قدرات هائلة لو انها تسلطت علينا لاهلكتنا ، لكن حمدا لله ان أقام فى الفضاء « مرايا » عاكسة غير منظورة ولا محسوسة ، تقوم على شكل أحزمة خاصة تمتد الى مئات وآلاف الاميال على هيئة مجالات كهرومغناطيسيه تبدأ من قطبى الارض وتحيط بها وتقف كالحارس الامين الذى يوجه حوالي ٣٠٪ من الاشعاعات الشمسية المندفعة الينا ، ويغير مسارها ، ويشتتها فى الفضاء مرة أخرى .. والواقع ان هده النسبة المشتتة يكمن فيها البلاء ، ويجرى فى ركابها الموت والدمار .. فالكوانتم الواحد منها قد يحمل فى طياته طاقة أقوى بملايين وبلايين المرات من طاقة وحدات الضوء (الفوتونات) التى تستقبلها عيوننا ، وبها نرى عالمنا .

ثم تتقبل ارضنا مع غلافها الهوائى من الطاقة الشمسية النصيب الأوفى (اى حوالى ٧٠٪) .. لكن جزيئات الهواء فى طبقات الجو العليا تقف بدورها لتتلقى نيابة عنا ضربات الاشعاعات ذات البأس الشديد ، فتمتص جزءا كبيرا من طاقاتها الهائلة ، وبهذا تتحول الاشعة القاتلة من موجات ذات تردد عال أو طاقه أكبر الى أخرى ذات طاقة أقل ، او موجات حراريه أطول ، وبعدها يدخل الى ارضنا جزء من طاقة مناسبة ، وينعكس جزء آخر ليعود الى الفضاء ، وكأنما الغلاف الهوائى فى طبقاته العليا قد أصبح بمثابة مرشح كونى عظيم ليصفى ما يصل الينا من أدران الاشعة الشمسية وأخطارها ، وبما تستقيم به الحياة على كوكبنا ، وليصبح ايضا بمثابة الغلالة التى تحميها وتشيع الدفء فى جنباتها .

واذا كان تفاعل الطاقه مع المادة عملية مستمرة ومتقنة وموزونة لكى تتوازن بها الحياة على ارضنا ، فان هذا التفاعل ذاته قد تسلط على كوكبنا منذ آلاف الملايين من السنين ليصل بين شتات جزيئاتها الشاردة ، ويؤلف بينها ، ويحولها من صورة الى اخرى ، لكى تصبح صالحة لبناء الخلية الأولى التى اشتق منها بعد ذلك كل هذا الطوفان الحى من المخلوقات .. وعلينا اذن أن نتعرض باختصار لهذا الحدث الهام الذى هيأ الارض لظهور الحياة .

• • •

الطاقة .. وجزيئات الحياة الأولى

رغم أن قصة ظهور الحياة على هذا الكوكب مثيرة وطويلة ، الا أن أهم حدث فيها ، قد جاء نتيجة لتفاعل عنيف بين سيل منهمر من طاقة جبارة وبين جزيئات بسيطة مشرده من المادة ، ولقد كان جو هذا الكوكب فى الازمنة الغابرة غيرجوه بعد أن نشأت عليه الحياة ، وكانت بحاره وتضاريسه تختلف اختلافا هائلا عما نراه الآن . . ففى أجوائه القديمة ــ التى يرجع تاريخها الى أكثر من أربعة آلاف مليون عام ــ انتشرت غازات سامة وخانقة مثل الامونيا (النوشادر) والميثان والايدروجين ، وعليها تسلطت ينابيع طاقة تأتيها من فوقها ومن تحتها ومن بينها .. فأما التى جاءتها من فوقها ، فكانت أشعة كونية وشمسية بها تركيزات عالية من أشعة جاما والاشعة السينية (اشعة اكس) والاشعة فوق البنفسجية . وأما ما جاءها من تحتها فكانت مما تطلقه المواد المشعة من طاقات بأسها شديد ، واما الذى جاءها من بينها فكان من التفريغ الكهربى بين أرضها وسحابها ، او بين سحابها وسحابها ، فيتحول هذا التفريغ الى برق وحرارة ، ليتخليا عن طاقتهما الى جزيئات ذلك الجو الكئيب الذى يدثر الارض بغلالة قاتمة من أبخرة كثيفة حجبت نور الشمس من الوصول الى سطحها عشرات ومئات الملايين من السنين ، وكان لا بد من حدوث ما ليس منه بد ، فهذه الطاقات الهائلة التي تضرب جزيئات المادة ليل نهار ــ ولحقب طويلة جدا من الازمنة ــ لم تذهب سدى ، بل هيأتها ونشطتها ودفعتها دفعا للدخول فى سلسلة طويلة من التفاعلات الكيميائية التى استمرت ربما ألف مليون عام أو يزيد ، وكانت النتيجة ــ باختصار ــ أن تحولت نسبة من الجزيئات غير العضوية الى جزيئات عضوية شتى ، وغسلتها مياه الامطار ، واعادتها الى البحار ، وخرج غيرها الى الهواء ، وانطلقت الطاقة ، وتكررت الامور ملايين وبلايين المرات ، وتركزت المادة العضويه على سطح الارض .. بسيطة فى أول الامر ، ثم تفاعلت جزيئاتها وتطورت وتعقدت ، وينابيع الطاقة تقلبها ذات اليمين وذات اليسار ، وكأنما نحن أمام « طبخة » كونية هائلة تجرى على سطح الارض وفى جوها لمئات الملايين من السنين ، حتى نضجت واستوت على هيئة جزيئات عملاقة تجمعت بذورها وتفاعلت ، وعلى نفسها اعتمدت فى اطلاق الطاقة ، وبها دارت آلية الحياة .. بطيئة فى أول الامر للغاية ، ثم أسرعت معدلاتها شيئا فشيئا ، وانبثق من كل هذا الخلية الأولى التى أصبحت بمثابة « آدم » الخلايا .. لكنها لا زالت خلية بدائية ، وانقسمت وتكاثرت وتوزعت وتحملت كل الظروف القاسية التى كان يتعرض لها جو هذا الكوكب وسطحه ومائه ــ وبدات عمليات التطور والصقل والتهذيب فى جزيئات الحياة الوراثية ، ولا زالت الاشعة بطاقاتها المختلفة تلعب دوراً أساسيا فى تحوير الخلايا من خلال معلوماتها الوراثية الكيميائية ، وبهذه العملية المستمرة تنوعت الخلايا فى ميكروب واميبا ونبات وحيوان وانسان ، ورغم أن الخلايا مختلفة فى الشكل وفى الوظيفة ، الا انها جميعا قد نشأت من خلية واحدة .. سواء كان ذلك فى الأرحام على هيئة خلية أولى ملقحة ، او كان ذلك فى « رحم » الارض عندما تمخضت عن بذرة الحياة ممثلة فى الخلية البدائية الأولى .

والواقع أن مثل هذه التفاعلات التى لعبت فيها الطاقات دور الوسيط بين الجزيئات ، ودفعتها الى سلسلة من الارتباطات الاليكترونية ــ التى لن تتوقف أبدا على هذا الكوكب ــ يمكن اليوم محاكاتها فى معامل العلماء وتحت الظروف نفسها التى تعرضت لها الارض منذ آلاف الملايين

من السـنين .. ومن أولى هـذه التجـاربما قام به دكتور ميلفين كالفين Melvin Calvin **ومساعدوه فى جامعة كاليفورنيا** ، ففى عام ١٩٥١وجهوا الاشعاعات ذات الطاقات العالية الناتجة من أحد المفاعلات الذرية على وعاء به ماء وثانىاوكسيد الكربون ، وحصلوا من ذلك على كميات معقولة من الفورمالين وحامض الفورميك ، ويعنىهذا أن الطاقة قد حولت الجزيئات من صورتها غير العضوية الى صورتها العضويه ، ويعنى اكتران الفورمالين هو البدايـة التى يمكن ان يتخلق منها جزيئات سكر الجلوكوز ، وهذا السكر بدورههو وقود الحياة الدى تعتمد عليهمعظمالمخلوقات .

وفى عام ١٩٥٣ قـام ستانلى ميلـر تحـتاشراف دكتور هارولد يورى من جامعة شيكاغو بخلط مركبات الميثان والأمونيا وبخار الماء (وهىالمركبات الثلاثـة البسـيطة التـى كانت ـ على الارجح ـــ سائدة فى جو الارض قبل ان تظهرعليها الحياة) فى وعاء ندور فيه لتتلقى « جرعات » من الطاقه ناتجة من شرارات كهربيه تماثل التفريغالدى يحدث فى الجو ليؤدى الى برق ورعـد ، وبعد حوالي عشرة أيام قام ميلر بتحليل الخليط ،فوجد فيه جزيئات من مركبات عضوية شتى ، وكان من أهمها بعض الاحماض الامينية ، وهذهبمثابة اللبنات الكيميائية الاولية التى تترابط فى جزيئات اعقد ، فتؤدى الى تكوين البروتينات التى تهيمن على عمليات الحياة فى الكائنات .

ثم تتابعت تجارب كثيرة على النمط ذاته ،مع اختلاف مصادر الطاقات وأنواعهـا .. فمن طاقة حراريه الى فوق البنفسجية الى سينية . .الخ ، وتمخضت جميعها عن تكوين معظم الجزيئات التى تدخل فى تأسيس حياة الخليـة .. وبهذاأخرجت الطاقة جزيئات المـادة من « غفـوتها » وخمولها ، واعطتها قوة دافعة ، لتشق طريقهاعبر ألفى مليون عام حتى يومنا هذا ، ولكن بعد أن نغير جو هذا الكوكب تغيرا جوهريا من خلالجزىءحيوى استطاع أن يقتنص الطاقـة الضـوئية ، ويختزنها فى روابـط اليكترونيـة بين مركبـاتكيميائية ، ويسلمها بعد ذلك لعجلة الحياة لتدور بها قوية دافقة فى انسـان وميكروب ونبات وحيوانولمئات الملايين من السنوات الماضية ، وربما ايضا لمئات وآلاف الملايين من السنوات القادمة ، ولولاهذا الجزىء الفريد لبقيتالارض عقيمة،ولاستمر غلافها الهوائى محتفظا بغازاته السامة والخانقة ،ولسارت فيها الحياة بدائية مشردة فى بضع انواع من الميكروبات التى يطيب لها الحياة فى جو لو انناتعرضنا له لبضع دقائق ، لوضع حدا لحياتنا ، لكن هذا الجزىء الهام قد غير الامور لصالحنا .

فالى صورة أخرى من صور اقتناص الطاقةالشمسية ، لتتحول فى الكائنات الحية الى طاقات اخرى ، لها مع الخلايا دورات شتى .



بطاريات حية دقيقة للطاقة الضوئية

ما كان لهذا الكوكب ان يعمر بنا أو بغيرنا لولم تنشأ عليه مصائد خاصة تستطيع ان تقتنص نزرا ــ ولو يسـيرا ــ مـن الطاقـة الشمسية ،وتختزن بطريقة فعالة ، حتى لايضيع كل شيء فى الفضاء هباء ، فماذا يفيدنا نحن لو جاءت الاشعةالضوئية والحراريـة لتدفىء الكوكب ، وترفع السحاب ، وتسقط الامطار ، ثم يضيع كل هذادون أن نستفيـد منه بما يكفـى غـذاء نملة أو صرصور ؟ .. لو أن ذلك قد حدث ، لما كان هناكهدف ، ولأصبح كل شيء عبثا فى عبث .

لكن الاشياء ظهرت بمواقيتها ، وكان لابدمن تهيئة الجـو المناسـب ، والبيئة الصـالحة لانتشار بطاريات شمسية على سطح هذا الكوكب،ولتكون أدق واكفأ تصميم من « صنع الله الذى

أتقن كل شيء » ، لتستمر في أداء مهمتهـا دون حلل أو توقف طوال آلاف الملايين من السنين . وبهذا تحول الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائيه هي التي نترابط بها جزيئات هذا الورق . وهي القوة المحركة التي أدارت الآلة فطبعت هذا الكلام، وهي التي حركت اصابع من جمع تلك الحروف ، ومن كتب اصولها ، وهي التي تحرك الآن ما يجرى في حلاياك لتفكر في معنى هذا المقال ، وتعرف شيئا من أسرار هذه الطاقات التي تدخل بصورة ؛ وتخرج بصوره أخرى .

ولكل شيء أساس ، ولكل خلق بداية . . والبداية تظهر بسيطه ، ثم تتطور مع الزمن الى الاكفأ والأحسن . . ولقد بدأت الجزيئات التي استطاعت ان تلتقط الطاقة الضـوئيه بدايتهـا البسيطة منذ اكثر من ١٥٠٠ مليون عام ، وهي مانعرفهـا الآن باسـم جزيئـات الكلوروفيـل Chlorophyll التي تضفي على النباتات لونها الاخضر ، وتنتشر في داخـل بنايات حية دقيقة بنظام خاص ، ولتصبح بمثابة بطاريات شمسية تعـرف باسـم البلاسـتيدات الخضـراء Chloroplasts . . ولقـد ظهـرت اول ما ظهرت في الطحالب التي عاشـت ــ وما تزال تعيش ــ في المياه العذبة والمالحة ، لتصبح بمثابة المراعى الخضراء للكائنات المائية الحيوانية التي تكاثرت وترعرعت وتنوعت وتطـورت في عشرات الالوف من الانواع التي انقرض بعضها ، وصمد بعضها الآخر لظروف الحياة الصعبة ، ثم استمر في حياته ليكون لنا ولغيرنا لحما طريا غذاء للآكلين .

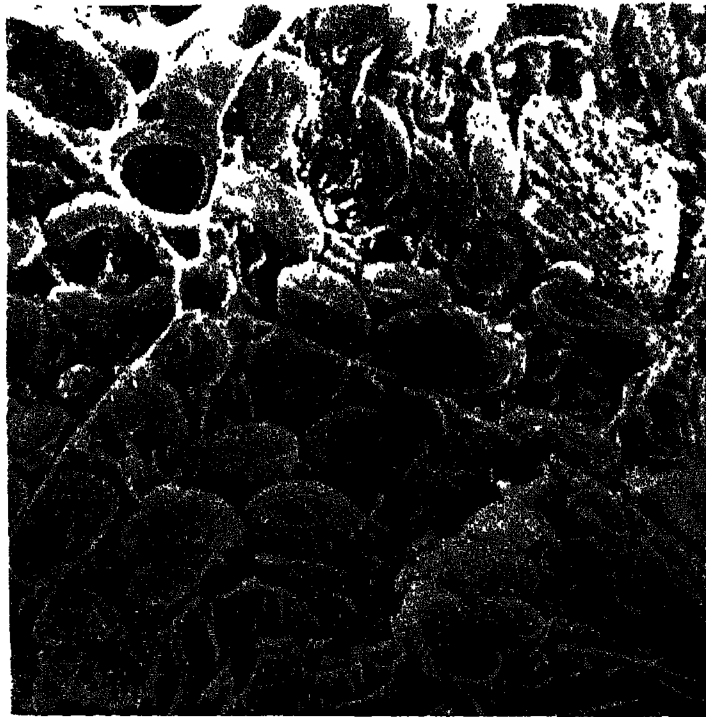
وتطـورت الخـلايا الطحلبيـة البسـيطة الخضراء ، وتعقدت في أعشاب مائية ، وبعد مئات الملايين من السنين استطاع بعضها أن يهجر الماء ، ليعيش على الشاطىء ، وبه تكيف وتأقلم ، واخذ يهاجر على اليابسة من موقع الى موقع ، وبدأ وجـه الارض الكـالح يكتسى بالخضرة والمراعى والغابات، وعليها ظهر طوفان من أنواع الحيوانات، وعلى مدى مئات الملايين من السنين دارت الحياة ببطارياتها ، واخذت تتناول كل عام بلايين الاطنان من مادة هذا الكوكب البسيطة الخام ، وتحولها الى حياة . . الحياة تعود الى الارض ميتة على هيئة خـامات ، وفيها تتحلـل بجيـوش مـن الميكروبات ، وتمتصها جذور النبات ، وتعيـد بناءها الى حياة . . الحياة الى خامات . . الخامات الى حياة . . وهكذا تكررت الدورة بلايين البلايين من المرات ، ولا زالت تتكرر حتى يومنا هذا .

وبظهور هذه البطاريات الشمسية الطبيعية (البلاستيدات الخضراء) تغير جو الكوكب مـن صورته المختـزلة Reducing Atmosphere التي لا تساعد على الحياة (اللهم الا لبعض كائنات لاهوائية دقيقة) الى صورته المؤكسدة التي نعرفها اليوم (أي ظهور الأوكسجين) ، فحيث بدأ جو هـذا الكوكب ــ على الارجح ــ بغازات الأمونيا والميثان والايدروجين وبخار الماء وربما كبريتيد الايدروجين (وكلها غازات مميتة) حدث فيـه تغـير تدريجي عندما بـدأت النباتات الخضراء الدقيقة (الطحالب) تقوم بعملية التمثيل او البناء الضوئي Photosynthesis ، ومنها انطلـق الاوكسجين شـيئا فشيئا ، واكسـد الغازات المختزلة فاختفت رويدا رويدا ، ثم انطلق الـى طبقات الجو العليا ليتلقى نيابة عن الجزيئات التي تحته وعن مخلوقات الارض تلك الطاقات الرهيبة التي تأتينا على هيئة أشـعة فـوق بنفسجية ، وعندما تقبلت جزيئـات الاوكسجين صدماتهـا العاتية نشطتها وادخلتها في عمليات اتحاد وترابط ، لتتحول فيها نسبة من ذلك الغاز الحيوي الـى غاز الاوزون (٣أ٢ ⟵ ٢أ٣ ــ أي دخلت ثلاث جزيئات من الاوكسجين أ٢ في تكوين جزيئين مـن غاز الاوزون أ٣) الذي ينتشر في طبقـات الجـو العليا حتى يومنا هذا كطبقة عازلة بين اشعاعات منهمرة ، ومخلوقات حية .

وهكذا يتضح لنا هنا أيضـا كيف تتعامل موجات الطاقة مع ذرات المادة وجزيئاتها لتهيئها لتفاعلات مختلفة تنشأ منها الحياة ، ولقد استفاد علماء الكيمياء من ظاهرة تنشيط الضوء للجزيئات

الكيميائية لتدفعها الى الدخول فى عديد من الـفاعلات ، ومن هنا أطلقوا على هذا الفرع من فروع علم الكيمياء اسم الكيمياء الضوئية Photochemistry ،ولا يهم ان كان الضوء هنا منظورا او غير منظور ـ اى يقع فيما وراء حدود ابصارنامثل الاشعة فوق البنفسجية أو الاشـعة تحت الحمراء .. الخ ، وكما جاءت الحياة ببطارياتهـاالشمسية الدقيقة الحية من قديم الازل لتقتنص الطاقة الضوئية وتحولها الى طاقـة كيميائيـةمخزونة ، كذلك يجىء علماء الفيزياء ليستنبطوا الخلية الضوئية Photocell وهى التى تقـومباستقبال الطاقة الشمسية وتحويلها الى طاقـة كهربية أو حرارية أو أية صورة اخرى من صورالطاقة ، كما أنها ـ أى الخلية الضوئية ـ تستقبل أيضا الموجات الكهرومغناطيسـية غير المنظـورةلعيوننا ، وتتفاعـل بها ومعهـا ، وتحـدد لنـا مالا نستطيع ان نحدده أو نشعر به ونراه .. لكن‌لا وجـه للمقارنة بين ما صنعت عقولنا ، وبـين ما صنع الله .

فالبطارية النباتيـة الدقيقة او البلاستيدةالخضراء تبدو تحت عدسـات المجهر الضـوئى كأجسام بيضاوية او عدسـية صغيرة تتوزع فىخـلايا خاصـة تعرف باسم الخـلايا الخضراء Chlorenchyma ، واحيانا ما نشـاهد هـذهالاجسام وهى تدور فى الخلية مع مادة الحيـاة ، ثم وهى تتقلب لتستقبل الطاقـة الضـوئية علىجوانبها المختلفة .. هذا ويبلغ طول كل قرص أو بطارية حوالى خمسة اجزاء مـن الف جزء مـنالمليمتر ، وسمكها مابين جزئين الى ثلاثة اجزاء من ألف جزء من المليمتر ،وتحتوى الخلية النباتيةعلى أعداد متفاوتة من هـذه البطاريات الدقيقة الحية تتراوح مابين ١٠ ، ١٠٠ بلاستيدة خضراء(**شكل ٢**) .

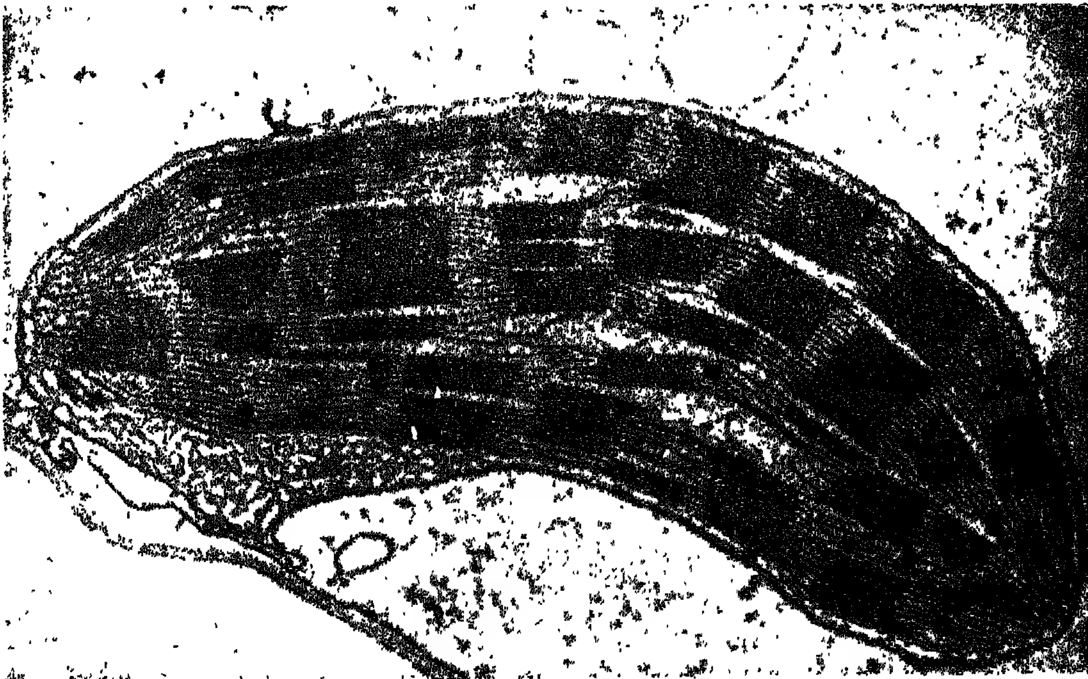


شكل (٢)

قطاع فى ورقة نبات كما يظهر مكبرا تحت عدسات الميكروسكوب وفيه تظهر البلاسـتيدات أو « بطارياتنا » الخضراء الحية (الأجسام البيضاوية) التى تحول الطاقة الضوئية الىطاقة كيميائية لتبنى بها جزيئات الغذاء والكساء والدواء .. الخ .

ورغم أن هذه الاجسـام الصغيرة نبـدوبسيطة وهى تسبح فى خلاياها ، ورغم انها تقوم بعملها دون ضجة أو ضوضاء ، الا أن ظاهرهـاغير باطنها .. ففي داخلهـا بنايات جزيئيـة ، وتصميمات اليكترونية ، وتنظيمات هندسية بالغةالدقة والتعقيد حتى تتهيأ لاعظم واخطر عمليـة على سطح هذا الكوكب ،ولتكون الوسيط الحقيقىالذى يحول الضوء الى طاقة حياة تتجلى فى كل الخلايا ـ من أول الميكروب الى الانسان .. ولقدأوضح لنا الميكروسكوب الاليكترونى جزءا كبيرا من التصـميم الدقيـق الذى قامت به هـذهالبطاريات وسارت فى طريقها المرسوم لتمنح هذا الكوكب كنوزا مـن الطاقـة المختزنة ، ثم تعاونعلماء البيولوجيا والكيميـاء التحليلية والحيوية والفيزياء البيولوجية Biophysics على التعمقفى تحليل اجزاء تلك البطارية التى تقع فيما وراء حدود عيـوننا الطبيعية « والصـناعية » (أىالميكروسكوب الضوئى والاليكترونى) فاذا بنا نقف أمام عالم ملىء بالروعة والابداع ، ورغم ان عمربحوثنا المضنية فى هذه البطارية الحية ترجع الى عشرات السنين ، ورغم أن حصيلتنا العلمية منهاهائلة ، الا ان كل أسرارها العميقة لم تتكشـف لنا بعد ، اذ لو تكشـفت ، لاستطعنا ان نحاكى الحياةفى فكرتها ، ونسيطر على تحويل الطاقة الشمسية الى طعام للافواه الجائعة !

وبدون الدخول فى التفاصيل التى تحتاجالى أساس عميق فى علـوم الفيزياء والبيولوجيا والكيمياء ، نستطيع ان نقول ان البلاستيدة اوبطاريتنا الضوئية الحية بناية صغيرة مستقلـة من داخل بناية أكبر (أى الخلية) .. لكن البنايةالاصغر تتكون بدورها من بنايات أدق ،وتصميمات اضأل ، لتبدو أمامنا كطبقات او صفائح لاتستطيعالصورة ان توضح معالمها الدقيقة ، رغم أن قوة التكبير فيهـا تصـل الـى حوالى ٣٢ ألف مرة(**شكل ٣**) .

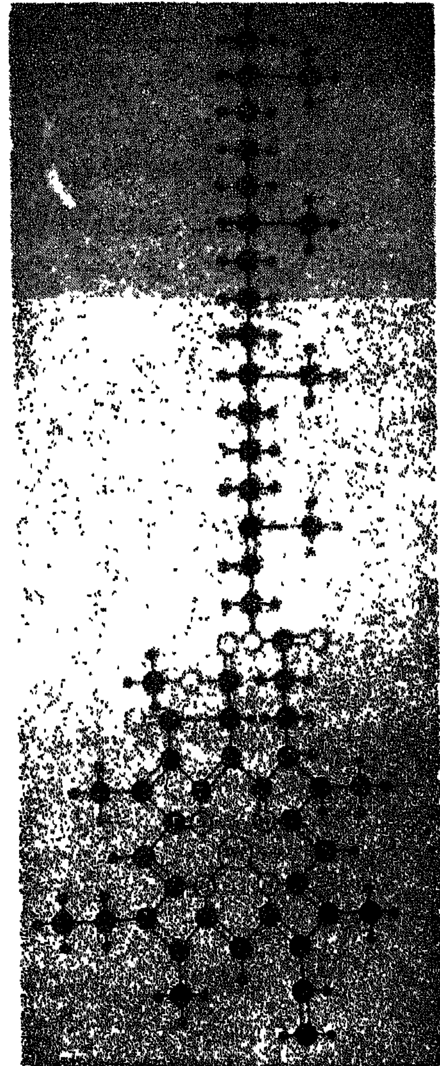


شكل (٣) بلاستيدة أو بطارية ضوئية حية كما تظهرفى قطاع الميكروسكوب الاليكترونى على هيئة طبقات من فوق طبقات .. أو صفائح حية جد رقيقة تتكون من بنايات منداخل بنايات لكن التكبير (حوالى ٢٥ الف مرة) لا يستطيع ان يظهر تفاصيلها الدقيقة .

ومع ذلك ، فلقد استطاع العلماء ان يلتمطواصورا تصل قوة التكبير فيها الى أكثر من مائتى الف مرة ، وعندما فحصوا تفاصيلها الدقيقة ،تبين أن الصفائح بدورها ليست الا بنايات جزيئية عملاقة (والوصف هنا نسبى) تقاس اطوالهـاوسمكها بالانجسترو م (الانجستروم وحدة قياس ذرية وجزيئية تساوى جزءاً من عشرة ملايين جزءمن المليمتر) وفى هذه البنايات الذرية يتراءى لنا حقا جمال التنسيق ، وجلال البناء .. فجزيئاتالكلوروفيل هي التي ستتعامل مع وحدات الطاقة الضوئية ، ولابد من تصميم خاص على مستوىبناء الجزىء ذاته ، ثم انتظامه بعد ذلك فى صفوف متراصة بين طبقات من بروتين ودهون ، الا اننالم نستطع حتى الآن أن نتوصل الى معرفه التفاصيل الدقيقة لهذه البنايات الجزيئية ، ولماذااخذت هذا الوضع ، أو تراصت بهذا الترتيب .

فجزىء الكلوروفيل (**شكل ٤**) يبدو امامناوكانما له رأس وذنب ، وتتمركز فى الرأس ذرة ماغنسيوم ، وحولهـا بناية ذريـة تتكون مـن نيتروجـين وكربون وايدروجين واوكسجين ..





شكل (٤) ـ هذا التنظيم الهندسي البديع نموذج لبناية جزيئية تمثل جزىء الكلوروفيل المسئول عن أضخم عملية تتم على سطح هذا الكوكب « لاصطياد » الطاقة الضوئية لتنطلق بها كل الكائنات الحية (الجـزىء يتكون من ذرات كربون تظهر كدوائر سوداء كبيرة ، وذرات ايدروجين كدوائر سوداء صغيرة ، وذرات أوكسجين كدوائر بيضاء ، وفى مركز « رأس » الجزىء ذرة ماغنسيوم Mg ، وحولها اربع ذرات نيتروجين N) .

وحول نوى هذه الذرات تطوف اليكترونات فى مدارات ذات مستويات محددة من الطاقـه ، وعندما تسقط الطاقة الضوئية على ورقة نبات ، تنهمر الفوتونات او الكوانتا ذات الطاقات المختلفه على الاليكترونات التي تدور فى مداراتها الثابته . وتتخلى لها الفوتونات عن طاقتها التى كانت بها تجرى ، ويحمل كل اليكترون الطاقة التى أصابته حملا ثقيلا ، وبها يقفز من مداره الى مدار أعلى وأوسع ، وكأنما هو يخرج من ضنكه الى فرج ، لكن ذلك الحمل الثقيل لن يستمر طويلا ، فبعد اقل من جزء من مائه مليون جزء من الثانية يعمر الاليكترون الذى « هاجر » ليعود الى موطنه أو مداره الاصلى ، وفى اللحظة ذاتها يتخلى عن الطاقة التى استقبلها ، فتقفز هذه بدورها عله تهرب ، لكن هذا التشييد المنظم قد صمم بطريقه فذة ليمنعها من الهرب ، والى هذه النقطة بالذات لا نعرف يقينا ما يحدث بعد ذلك .. وكل ما نعرفه ان الطاقه تختفى فجأة فى هذه الفترة الوجيزه للغاية والتى يطلق عليها فترة التفاعل الضوئى Light Reaction لتظهر فى تفاعلات كيميائية تتم فى الظلام Dark Reaction ، وتتحول الى روابط اليكترونية ــ غنية بالطاقه ــ فى جزيئات خاصة اسمها ثلاثى فوسفات الادينوسين ، وعندما تفرغ هذه الجزيئات شحنتها ، ينكسر الرابط الاليكترونى ، ويتفكك الجزىء الى فوسفات وثنائى فوسفات الادينوسين وطاقة متحررة ، ويعاد الثنائى الى البطارية الحية ويتحول الى ثلاثى ، وينطلق ليفرغ ، ويعود ليشحن .. وهكذا تتكرر عمليات الشحن والتفريغ ملايين البلايين من المرات فى كل ثانية تمر من عمر ورقة نبات .. ومن وراء ذلك فوتونات ضوئية تثير اليكترونات فى ذراتها ، فتقفز من مداراتها ، ونخلق بذلك ــ فى تلك البطارية الدقيقة ــ تيارا اليكترونيا ضعيفا يترك جزيئات الكلوروفيل فى ومضة خاطفة واليه يعود مرة أخرى .. وكأنما نحن أمام أصابع كثيرة غير منظورة تنهمر على أوتار آلة موسيقية ، ليخرج منها نغم له معنى .. وكذلك تعزف الطاقة مع المادة لحن الحياة ، ليخرج من ذلك غذاء لبلايين البشر ، وملايين البلايين من الكائنات الاخرى التي تنتشر على هذا الكوكب !

والواقع ان النبات يستهلك فى عملية البناء الضوئى غاز ثانى أوكسيد الكربون والماء ، وبالطاقة ينشق الماء الى شقين ، احدهما ايدروجين والآخر اوكسجين ، والغريب ان انشقاق الماء على هذه الصورة يحتاج الى درجة حرارة تصل الى حوالى ثلاثه آلاف درجة مئوية ، لكن بطاريتنا تقوم بهذا العمل العظيم دون ضجة أو ضوضاء .. ويتصاعد الاوكسجين الى الهواء ، ويتجه الايدروجين الى غاز ثانى أوكسيد الكربون ليختزله (أى يزيح منه جزءا من أوكسيجينه ويحل محله) . ومن خلال سلسلة من العمليات الكيميائية المعقدة ــ التى لا تستمر الا ثوان معدودة ــ نحصل على جزيئات سكر جاهزة ، بها طاقات مختزنة ، وقد تنطلق طاقتها بعد قليل ، أو قد تختزن فيها لملايين السنين ــ كما هو الحال فى الوقود الحفري الذى نستخلصه من باطن الارض على هيئة غازات طبيعية أو فحم أو بترول ، فعندما تحترق هذه بدورها ، فان ذلك يعنى أننا قد حررنا الطاقة الشمسية التي « اعتقلها » النبات فى جزيئات كيميائية منذ عشرات أو مئات الملايين من السنين ، واحتفظت بها الارض فى باطنها ، حتى نأتى لنستخرجها ونعيدها سيرتها الاولى .. اى غاز ثانى أوكسيد الكربون وبخار ماء وطاقة ، لتعيد نباتات اليوم بناءها من جديد .

وبالرغم من أن النباتات الخضراء لا تستهلك من الطاقة الشمسية الواصلة الى أرضنا الا حوالي ٢٤ر٠٪ (ربع فى المائة فقط) الا ان هذه النسبة الضئيلة تمثل لنا أعظم وأكبر عملية انتاجية تتم على هذا الكوكب .. فالعالم النباتى رابينوفيتش Rabinowitch يقدر أن كل

الاوكسجين الموجود فى الغلاف الهوائى يمكن ان يتجدد بها فى غضون الفى عام (مما يذكر أن كمية هذا الغاز فى غلافنا الهوائى تصل الى أكثر من ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر١ طن .. أى مليون بليون طن)، وتفلق كل جزيئات الماء الموجودة فى البحار والمحيطات فى غضون مليونى عام (كمية الماء حوالى ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٣٧٠ر١ طن ــ أى حوالى واحد وثلث مليون مليون مليون طن) وتستهلك كل ثانى أوكسيد الكربون الموجود كخامة بناء فى الهواء فى عشر سنوات فقط (كتلته فى الهواء ٦ر٢ مليون مليون طن) .

وفى كتابه «النبات» **يذكر دكتور فريتز ونت « ان عملية التمثيل الضوئى اضخم عملية انتاجية وحيدة فى العالم » .. ثم يضيف « واذا كانت العبارة السابقة مغاليا فيها ، فعلينا ان نتمهل قليلا لنرى ماذا يمكن أن تعنيه هذه العملية .. فبلغة الطاقة لايمكن ان يقارن بها شيء آخر ، فهى التى تدفع النباتات الخضراء لتنمو ، بداية من القمح والذرة فى أوروبا ، الى القطن فى مصر .. ومن النباتات اليافعة فى الغابات المطيرة بامريكا الجنوبية الى الحشائش النامية على سهول افريقيا وآسيا ، الى اشجار السيكويا الضخمة فى كاليفورنيا .. وبلغة الانتاج تبدو صناعات الانسان بجوارها شيئا تافها .. ففي كل عام تنتج مصانع الصلب حوالى ٣٥٠ مليون طن ، ومصانع الاسمنت ٣٢٥ مليون طن .. لكن انتاج النباتات الخضراء يصل الى ٠٠٠ر١٥٠ مليون طن من السكر سنويا ، وكل هذا من عملية وحيدة لم يستطع احد أن يحاكيها فى انابيب الاختبار حتى الآن ، فالواقع ان عملية التمثيل الضوئى عملية بدانا بالكاد نفهم اسرارها !**

هذا ويقدر بعض العلماء أن نباتات هذا الكوكب (فى اليابسة والمحيطات) تقوم بمساعدة الطاقة الشمسية على تحويل او بناء ٥٥٠ الف مليون طن من غاز ثانى أوكسيد الكربون مع حوالى ٤٥٠ الف مليون طن من الماء ، لتتحول الى مادة عضوية تصل كتلتها الى حوالى ٣٧٥ الف مليون طن (على هيئة سكر) ، ومعها حوالى ٤٠٠ الف مليون طن من غاز الأوكسجين الذى ينطلق فى الهواء .. وتتكرر هذه العملية عاما فى اثر عام كما تكررت قبل ذلك منذ مئات الملايين من السنين !

ولا شك ان النباتات الخضراء بمثابة مصانع حية تعيش على ادارة آلية الحياة فيها بواسطة جزيئات الكلوروفيل (وجزيئات اخرى ملونة كالكاروتين) المشيدة فى بطاريات لتمد كل ما على هذا الكوكب من كائنات أخرى بما تحتاج اليه من طعام .. وكلما سعى الانسان الى زيادة الرقعة الخضراء ، فان ذلك يعنى مزيدا من هذه المصانع الحية المنتجة للغذاء والدواء والعطور والكساء .. الخ ، لسكان أرض يتزايد عددهم عاما بعد عام .

• • •

طاقات مختزنة

وعملية البناء الضوئى فى النبات ، او تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كيميائية قد استمرت على هذا الكوكب مئات الملايين من السنين ، وكانت الطاقة تنتقل من نبات الى حيوان الى ميكروب الى نبات الى حيوان الى ميكروب ، وهكذا .. فعندما يموت الحيوان والنبات يعودان الى الارض ، فتعيش عليهما الميكروبات ، وتستخلص الطاقة ، وبها تتكاثر ، وتحيل ركام الحياة الى عناصر ومركبات بسيطة وغازات ، ليعيد النبات بناءها من جديد ، الا أن نسبة ضئيلة جدا من البقايا النباتية والحيوانية قد تهيات لها ظروف خاصة ، واصبحت بمنأى عن نشاط الميكروبات ،

ثم دفنتها الارض بين طبقاتها على هيئة حفريات غازية وصلبة وسائلة ، وهو ما نطلق عليه اسم **الوقود الحفرى** Fossil Fuels الذى يشكل الآن مخزونا هائلا تصل كمية الكربون فيه الى اكثر من ٥٠ ضعفا من الكربون الموجود فى كل الكائنات الحية على سطح هذا الكوكب .

ففي جوف الارض تكمن جبال من الفحم النباتي والحيواني تصل الى حوالى ٠٠٠ر٠٠٠ر٥٠٠ر٧ طن ، لم يستهلك منها حتى الآن سوى ٥ر٢٪ ، وبحار من البترول نستخرج منها فى أيامنا الحاضرة ما يقرب من ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر١٣ برميل سنويا ، وتزيد هذه الكمية بنسبة ٧٪ كل عام ، وهذا يعنى ان مايحصل عليه الانسان سوف يتضاعف كل عشرة اعوام ، ومع ذلك فلا يزال لدينا مخزون يصل الى اكثر من ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٥٠٠ر١ برميل ، لم نستهلك منه فى كل السنين الماضية الا حوالى ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٢٠٠ برميل (أى حوالى ١٣٪ فقط من المخزون) ، ومن الغازات الطبيعية ما يقرب من ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر١٠ قدم مكعب (اى ١٠ كوادر بليون) ، لم نستهلك منها الا ١٥٪ .. وقد تزيد هذه التقديرات عندما يتوصل الانسان الى اكتشاف منابع جديدة باستخدام وسائل الرصد الحديثة .

والواقع ان عملية تحويل الكائنات الميتة الى وقود عضوى عملية بطيئة جدا * ، لكن أعطها عمرا ، تعطيك كميات هائلة من مصادر الطاقة تقدر ببلايين البلايين من السعور الحرارية او الكيلو واط أو الوحدات الحرارية البريطانية اوالقدرات الحصانية ، او غير ذلك من قوى دافعة لحضارتنا الحالية التى تنبع أساسا من بقايا طاقة شمسية اصطادتها النباتات القديمة ، وعاشت عليها الحيوانات القديمة كذلك ، وحفظتها الارض فى طياتها من التحلل حتى جئنا اخيرا لنستخرجها بعد عشرات ومئات الملايين من السنين على هيئة جزيئات مشحونة بطاقات .



« دينامو » الطاقة البيولوجية : الميتوكوندريون

الحياة التى تسرى فى داخلنا ، كالحياة التى تجرى حولنا .. انها أخذ وعطاء .. هدم وبناء .. ارتباط وانفصال .. اكسدة واختزال .. تبسيط وتعقيد .. فقد اليكترونات أو تقبلها ، اضافة أوكسجين أو دخول ايدروجين .. الخ .

والواقع أن عمليات الحياة تقوم أساسا على أمرين رئيسيين : اكسدة واختزال . . فالاكسدة تعنى ارتباط ذرة من أوكسجين أو أكثر بأحد المركبات ؛ لكنها تعنى ايضا أن تفقد الذرة أو الجزىء اليكترونا أو أكثر .. فالايدروجين مثلا ذرة متعادلة ، لأنها تتكون من نواة بها بروتون يحمل شحنة كهربية موجبة ، ويدور حولها اليكترون يحمل شحنة كهربية سالبة ، وهذه تساوى تلك تماما ، ومن أجل هذا كان التعادل .. فاذا فقدت ذرة الايدروجين اليكترونها السالب اكتسبت صفة الايجابية ونكتبها هكذا : يد + (أى أيون ايدروجين موجب لأنه فقد الشق السالب) ، واذا فقدت ذرة الحديد المتعادلة اليكترونين نكتبها هكذا : ح ++ ، واذا فقدت ثالثا أصبحت ح +++ ، واذا عادت اليها اليكتروناتها الثلاثة المفقودة بشحنات ثلاث سالبة ، فان هذه تطمس تلك ، وتعود الى ذرة حديد متعادلة « ح » (رمز الحديد الكيميائى) .

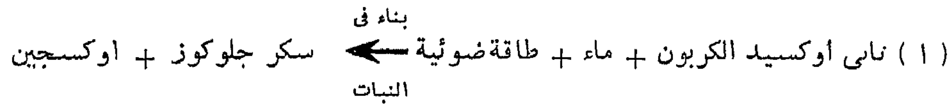
---

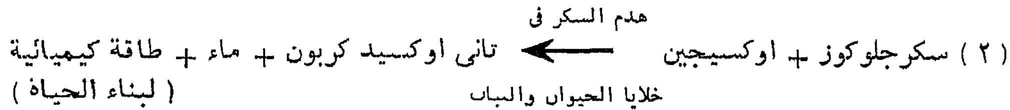
* الواقع ان هذه العملية لاتزال سارية حتى اليوم ، ويقال انه يتكون منها سنويا حوالي مليون برميل من الكائنات البحرية فقط التي تسقط الى القاع ، وتقع تحت ظروف مناسبة لتحفظها من التحلل .

فعملية البناء والنمو فى الكائنات الحيةتحتاج الى طاقه .. والنبات يستخلص طاقته الأساسية من الاشعة الشمسية ، وبهـا يتشحن جزيئاته ، ولا بد أن يستهلك جزءا منها فى عمليات البناء والترميم والنمو والتنفس .. الخ والباقى يختزنه فى ثماره وبذوره وسيقانه وجذوره . ويأتى الانسان والحيوان ليسطو على مخزون النبات ، ولكى يستفيد من الطاقة الحبيسة فى الجزيئات ، فلا بد من وجود مرفق يحرقها أو يؤكسدها لكى تتفكك الروابط وينطلق ما حبس فيها من طاقات ، وكلما كان الاحتراق كاملا ، كانت الطاقة الناتجة ذات كفاءة عالية (لأنها بذلك تستفيد من تكفيك أكبر عدد ممكن من الروابط الاليكترونية) .

وكما جاءت البلاستيدات الخضراء فى النبات كبطاريات دقيقة لتعتقل الطاقة ، جاءت أيضا الميتوكوندريا Mitochondria فى كل الكائنات الحية — من نبات وحيوان — لتحرر الطاقة فى عمليات احتراق يلعب فيها الاوكسجين دورا هاما . فكما أن آلات الاحتراق والافران لا تشتعل بدون هواء يغذيها (الاوكسيجين هو الاساس) ، كذلك لن تشتعل جذوة الحياة فى المخلوقات بدون عملية تنفس يدخل فيها الاوكسجين ، كبداية ، ويخرج على هيئة ثانى أوكسيد الكربون كنهاية ، ثم يصبح ثانى أوكسيد الكربون فى النبات كبدايه ، والاوكسجين كنهاية .. اى ان البداية والنهاية تدوران فى دورات لا تتوقف أبدا ، ولو توقفت لأنت الحياة الى نهاية اكيدة .

فحيث يستفيد النبات بغاز ثانى أوكسيد الكربون والماء والطاقة الشمسية فى عمليات بناء الجزيئات العضوية ، كان لا بد أن ينتج معها « الشعلة » الخفية التى تحرقها وتؤكسدها وتهدمها ، ثم تعيدها سيرتها الاولى .. أى غاز ثانى أوكسيد الكربون وبخار ماء وطاقة كيميائية يستفيد بها الكائن الحى فى حياته .. وعلى هذا الاساس كانت هناك دورتان متلازمتان ، يمكن التعبير عنهما بمعادلتين أساسيتين مبسطتين :





والواقع اننا نستطيع ان نحرق كيلو جراما من السكر ، ليتحول الى دخان وبخار ماء ، وطاقة حرارية ، وكلما كان الاحتراق تاما وكاملا ، فان الدخان يختفى ، ويحل محله ثانى أوكسيد الكربون . وتنطلق طاقة أكبر ، لكننا لا نستطيع ان نستفيد بهذه الطاقة بالكفاءة ذاتها التي صممتها الحياة من أجل كائناتها .. فمن المبادىء المعروفة، والمميزات المطلوبة فى أية آلة من الآلات ان تستفيد من الطاقة المتحررة بأعلى كفاءة ممكنة ، ولهذا فان الانسان لم يتوقف عن السعي لاتقان تصميماته ، وتطوير آلاته ليستفيد بأكبر قدر من الطاقة ، ومع التقدم الكبير الذى وصلنا اليه فى هذا المضمار ، فاننا لم نستطع ان نتوصل الى ما وصلت اليه كفاءة الآلة الدقيقة التي تدير الخلية الحية .. فالنسيج .. فالعضو .. فالكائن الحى .. انسانا كان ذلك أو حيوانا أو نباتا .. فرغم اختلاف الكائنات شكلا وطبيعة وتكوينا الا انها تشترك جميعا فى وحدة واحدة .. هى وحدة الخلية .. ورغم اختلاف الخلايا كذلك من حيث الحجم والوظيفة والشكل ، الا انها تشترك فى مرافق أساسية .. ومن هذه المرافق مرفق الطاقة ، اوالدينامو الذى يستخلصها من السكر ، ويشحن

بها بطاريـــات جزيئيــــة أدق ، ونعــرفه باســـم الميتوكوندريــون أو محطة القــوى الخلويــة التي تنتشر بالعشرات والمئات فى كل خلية من الخلايا ، وبكفاءة تفوق كل ما نعرفه عن اطلاق الطاقات فى اختراعات الانسان وتصميماته .

ومرافــق الطاقــة أو الميتوكوندريا ــ وهى كلمة يونانية من شــقين : **ميتوس** Mitos بمعنى خيط ، **وكوندروس** Chondros بمعنى حبيبــة ، اى الخيــوط الحبيبية ــ قد لوحظت لأول مرة تحت عدسات المجهر كأجسام دقيقة ، لكن أحدالم يعرف سر وجودها ولا أهميتها الا بعد مزيد من الدراسات والفحص بالمجاهــر الاليكترونية . . وعندئذ وضحت الصورة البديعة لهذا البناء الذى لا يقل اثارة عن بنــاء البلاستيدات فى النبات . . لكن لكل منهما تصــميما وهدفــا محددا لينبادلا صفقات الطاقة .

والواقع ان الحياة لا تحابى أحدا ولا تجامله . . فالكل سواسية فيما يحصلون عليه من طاقات ، ولهذا جاءت التصميمات لتساير ظروف الخلايا . . لا مستوى المخلوقات . ومع ان اشكال محطات القوى مختلفة ، واحجامها متفاوتة ، وتفاصيلها متباينة (شكل ٥) الا ان الفكرة فيها جميعا واحدة ووقودها واحد ، ونفايات احتراقها واحدة ، فاذا دفعنا الى « أفران » الحياة بالخامة المناسبة على هيئة سكر ، فانها تتناوله فى سلسلة من عمليات الاكسدة أو الاحتراق التى حيرت بأسرارها العلماء ردحا طويلا من الزمان .



شكل (٥) رسم توضيحى لطرازات عديدة من الميتوكوندريا او محطات استخلاص الطاقة البيولوجية الدقيقة كما كشفت عنها الدراسات فى الخلايا المختلفة (لاحظ ان الميتوكوندريون) الذى يزدحم بالاغشية او خطوط التشغيل الخاصة بهدم السكر يوجد فى الخلايا التى تتطلب ينبوعا كبيرا من الطاقة مثل خلايا عضلات القلب) .

لكن يجدر بنا أن نتعرض باختصار لتركيب الميتوكوندريا .. ففي التصميمات الدائرية او البيضاوية يتراوح قطر الواحدة منها بين ٢ر٠–١ ميكرون ، ويصل طولها فى التصميمات الخيطية ما بين ١ – ٧ ميكرون (الميكرون جزء من الف جزء من الملليمتر) .. وتحيط كل محطة قوى نفسها بسورين رقيقين ، شيدا بطريقة خاصة لا زالت تثير جدلا ونقاشا بين العلماء ، هذا ويبلغ سمك كل سور حوالى ٧ ميللى ميكرون (جزء من مليون جزء من الملليمتر) ، وتفصلهما مسافة تقدر بحوالى ٦ ميللى ميكرون ، وفى حين يبدو السور الخارجي أملس القوام ، مستقيم البناء ، نرى السور الداخلى يتعرج وينحنى فى انثناءات داخلية قد تمتد وتتفرع لمسافات طويلة حتى تستفيد من الفراغات الداخلية قدر المستطاع (شكل ٦) .. لكن الذى يحدد ذلك هو العبء الواقع على هذه المحطات فى طلب المزيد من الطاقة (مثل خلايا عضلات القلب) .. وعلى هذه الجدر أو الأسوار الداخلية الرقيقة تتراص جيوش هائلة من الجزيئات المتخصصة فى « حلب » الطاقة من مصادرها فى سلسلة من الخطوات الكيميائية التي تتم فى دفقات متلاحقة ، كأنما نحن نعود مرة أخرى الى خطوط التشغيل فى المصانع الكبرى ، حيث يقف العمال المتخصصون فى انجاز أعمال محددة فى السلعة المنتجة .. أو كأنما نقف كذلك أمام **البلاستيدات الخضراء وهي تختزن الطاقة فى** جزيئات ، لكن العملية هنا معكوسة ، لأن الميتوكوندريون يتناول سكر الجلوكوز – الذى ربطته بطاريات الحياة وشحنته بالطاقة – ويقوم بتفكيكه فى خطوات متتابعة كذلك .

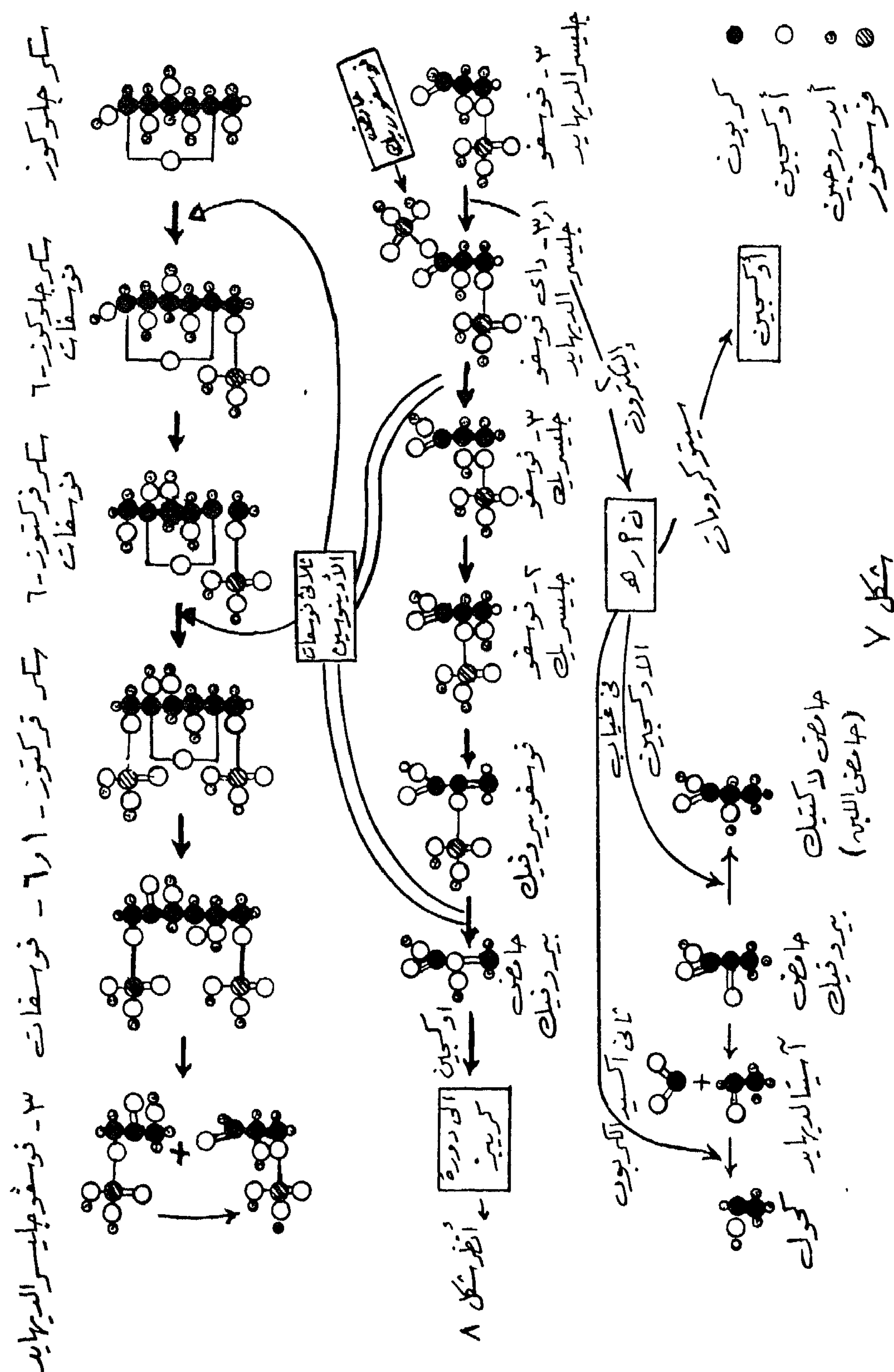
يعنى هذا أن محطات القوة البيولوجية فى الخلايا لا تحرق وقود الحياة كما يحدث ذلك فى الافران والآلات لتنتج حرارة ، تمتصها جزيئات ، فتكسبها طاقات ، لتدفع بها آلات .. فتلك فى الواقع افكار بدائية جدا اذا ما قورنت بالفكرة التى تقوم عليها أعمدة التشغيل فى الميتوكوندريا ، اذ لو اشتغلت الحياة بنفس الفكرة التى يعمد عليها المهندسون فى تشغيل آلاتهم ، لاحترقت المخلوقات وتفحمت .. صحيح أن « العادم » من وقود الحياة ووقود الآلات واحد (ثانى أوكسيد كربون وبخار ماء وطاقة) ، الا ان الهدف الاساسي من انتاج الطاقة ليس بغرض تسخين الخلية او تنشيطها بطاقة حرارية ، او لتوليد غاز وبخار لدفع مكبس ميكروسكوبى لادارة آلية الحياة .. بل هى أعظم من ذلك وأجل .

لكننا لا نستطيع أن نتعرض هنا للتفاصيل البيولوجية التى تؤدى الى انتاج الطاقة ، ولا للتنظيم الذى تتواجد عليه البنايات الجزيئية المسئولة عن ذلك ، لأن هذا يحتاج الى صفحات كثيرة ، أضف الى ذلك أن الموضوع لا يزال يزخر بمتاهات وأسرار لم تكتشف بعد ، لكن يكفى ان نذكر ان الروابط الكيميائية التى جاءت بها جزيئيات الطعام التي تناولناها على هيئة سكريات ونشويات ودهون وبروتينات .. الخ ، وبالهضم تحللت الى وحداتها الاولية البسيطة – اى سكر الجلوكوز والفركتوز والجالاكتوز .. الخ والاحماض الامينية والعضوية والدهنية البسيطة – سوف تتوجه مع تيارات الدم الى الخلايا ، ومن الخلايا الى محطات القوى .. وفى محطات القوى تتناولها (السكر هو الوقود المفضل للحياة) الخمائر او الانزيمات المتنوعة والمتخصصة بمساعدة جزيئات أخرى تعرف باسم الانزيمات المرافقة او المساعدة Coenzymes والتي يقف معها أيضا فى ساحة العمليات جزيئات تعرف باسم مستقبلات الاليكترونات وما تحتها (مثل مركبات تعرف باسم فلاڤين ادينين واى نيوكليوتيد FAD ، ونيكوتيناميد آدينين واى نيوكليوتيد NAD وسيتوكروم أ ، ب ، ج .. الخ) ، ومع هذه وتلك تقف جزيئات بروتينية وسيطة فى ادارة مرفق الطاقة ، او تهيئة السكر وادخاله الى « فرن » الحياة بطراز آخر .. وباختصار ، فنحن نقف امام عالم مثير فيه من الابداع والتنظيم ما تتوه فيه العقول .

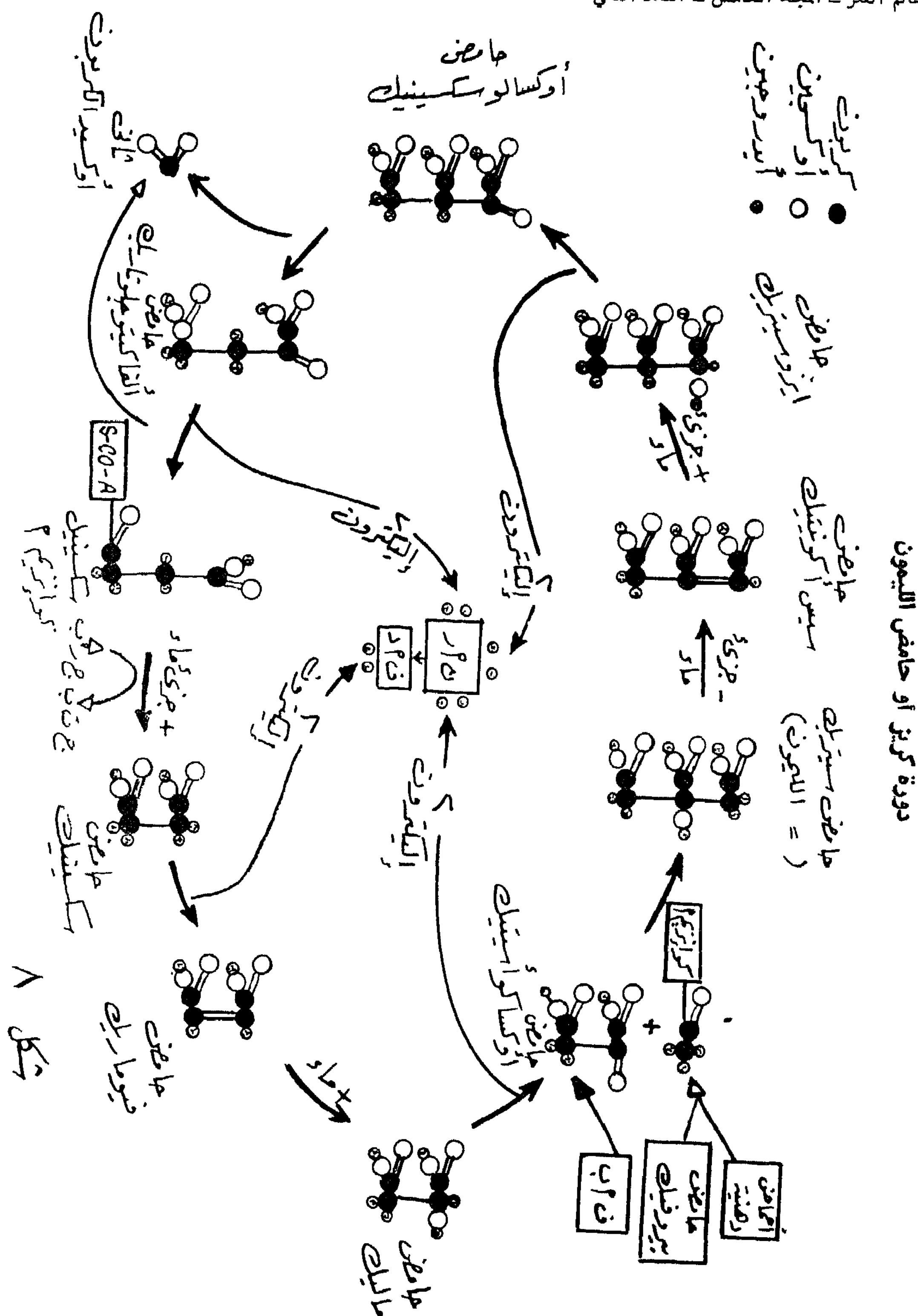




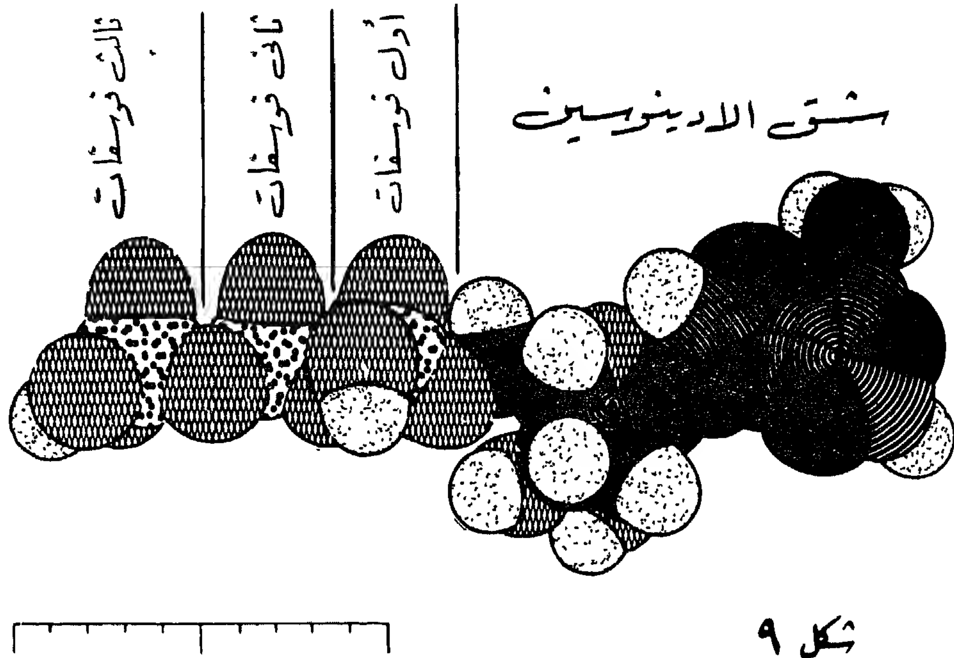
شكل (٦) فى الصورة العليا قطاع رقيق فى خلية حية وهى تبدو هنا مزدحمة بعدد من الميتوكوندريا كما يوضحها لنا الميكروسكوب الاليكتروني ، وفى الصورة السفلى نموذجان مختلفان لنوعين من الميتوكوندريا ، فالذى الى اليمين ذو تشعبات تشبه الطرقات ، والذى الى اليسار من النوع الأنبوبى المتداخل ليشغل حيزا كبيرا .



شكل (٧) فى هذه الدورة يدخل جزىء الجلوكوز على خطوط تشغيل كيميائية خاصة ، حيث تتناوله آلية الحياة فى سلسلة من التفاعلات التى قد لا تهمك كثيرا ، لكننا قدمنا لك هنا نموذجا من هذه الهندسة الجزيئية لتلقى عليهـا نظرة خاطفة لترى فيها جزءاً ضئيلا من ابداع الحياة ، وما خفى كان أعظم .. وينتهى تحطيم الجـزىء حتى حامض اسـمه بيروفيك ، ومن هنا تسير العمليه فى طريقين : طريق تخميرى فى غياب الأوكسجين حيث يتحول الحامض الى حامض لاكتيك وقد يتجمع فى عضلاتنا ويسبب فيها وجعا ، أو قد يتحول الى كحول كما فى الخميرة .. وفى وجود الأوكسجين يسير فى دورة اخرى موضحة بشكل ٨ .



شكل (٨) دورة كريبز حيث يدخل حامض البيروفيك أوالأحماض الدهنية أو فوسفو اينول بيروفيك (ف أ ب) فى سلسلة من عشر عمليات تستخلص فيها الطاقة خطوة خطوةفى وجود الأوكسجين ومركبات كيميائية أخرى أشرنا اليها بالرموز (مثل ن أ د ، ف أ د .. الخ) .. لكن ليس مهماان تصدع راسك بكل هذه التفاعلات ، وعليك أن تتركهـا لاربابها .. لكن الذى يهم هنا هو تيارات الاليكترونات التىتنطلق من هذه المركبات الى مستقبلاتها فى مركز الدورة ، أى ن أ د ، فـ أ د .



شكل (٩) نموذج لجزىء ثلاثى فوسفات الادينوسين وهو بمثابة العملة الموحدة للطاقة فى كل الكائنات الحية من أول الميكروب حتى الانسان .. لاحظ أن يسار الجزىء يتكون من ثلاث روابط فوسفورية .. أقصاها يسارا هو أغناها بالطاقة ، ولهذا ينشق كشق فوسفات ويحمل بطاقته بواسطة جزيئات وسيطة حيث يرتبط بطاقته العالية مع جزيئات اخرى تحتاجها لتنشط وتدخل فى سلسلة من التفاعلات ..والواقع أن هذا الجزىء يشحن فى مولدات الطاقة باستمرار ، ويفرغ شحنته للعمليات التى تحتاج طاقة ويعود ليشحن ..وهكذا .

أين يذهب كل هذا الطعام ؟

وكما تقوم الحياة على عمليات بناء تتبعها عمليات هدم ، كذلك سارت المخلوقات على أساس ان هناك آكلا ومأكولا ، وكل من أكل سوف يؤكل بعد حين ، ومن وراء ذلك سعي دائم من المخلوق للحصول على مصدر من طاقة يقيم بها أود حياته .

فالانسان يتناول يوميا ـ فى المتوسط ـ ثلاث وجبات من الطعام ، وقد يبلغ من العمر مائة عام ، ولو استفاد بكل ما اكل ، لبلغ من الوزن أطنانا ، ولجاوز الاشجار طولا .. لكن ذلك لا يحدث بطبيعة الحال ، فمعظم الكائنات الحية يتوقف نموها بعد فترات تختلف من مخلوق الى مخلوق ، وفى مرحلة النمو تجرى فيه عمليتا البناء والهدم ، ولا بد أن تكون الاولى اكبر من الثانية ، والا لما زاد فى الوزن .. وبعد أن يتوقف النمو ، يثبت وزن المخلوق عادة ، رغم انه لا يزال يتناول يوميا عدة كيلو جرامات ما بين طعام وشراب .. بعضه يستفيد به فى عمليات الترميم والبناء والتجديد فى مرافق خلاياه ، والجزء الاكبر يستهلكه كوقود يشعل به جذوة الحياة ، ويستخلص الطاقة من عملية اكسدة واختزال تجرى فى جسمه ليل نهار ، ومن اجل هذا كان على الانسان البالغ ان يستنشق كل عام ما بين اثنى عشر الفا الى أربعة عشر ألف لتر من الهواء ، او بمعدل خمسة ملايين لتر فى العام الواحد ! .. ورغم أن الهواء بمعاييرنا أرخص ما فى الوجود ، الا انه بمعايير الحياة اغلى ما فيها ، فتوقف التنفس لمدة ثلاث دقائق وعدم امداد خلايا المخ بتموينها العاجل من الاوكسجين ، يصيبها بضرر بالغ ، بحيث قد يؤدى هذا فى أغلب الاحيان الى ان يفقد المخ سيطرته على الاجهزة الحيوية فى الجسم ، فتتوقف الحياة .. وتلك نتيجة طبيعية لعدم تحرير الطاقة اللازمة لهذه الخلايا الثمينة ، ومن هنا كانت هى أهم ما يعتمد عليه المخلوق لتطلق فيه شرارة الحياة .

وكل المخلوقات التى تعيش على هذا الكوكب تستهلك كميات هائلة من الاوكسيجين (عدا قلة قليلة من ميكروبات لاهوائية) ، وهذا يعنى فقدا هائلا فى المادة العضوية التى تحصل عليها وتهضمها وتمتص من عناصرها خيرة ما فيها ، ثم تحرق منها نسبة كبيرة كى تحرر طاقتها ، وبها تنشط وتكد وتعيش لتلتهم وتبني وتهدم .. والغاية المثلى من كل هذا هو الحصول على طاقة بيولوجية تمنحها الحياة ، ومن هنا كان الدافع الازلى الذى سيطر على كل المخلوقات لتأكل وتؤكل ..

لكن الأمور ستتضح اكثر عندما نتعرض لاقتصاديات الطاقة وهى تنتقل من كائن الى آخر بداية من طحلب دقيق يعيش فى مياه البحار الى انسان يجلس الى مائدة ليتناول وجبة من سمك .. فلكى يحصل على مائة جرام صافية من سمك التونة مثلا ، ويتناولها كطعام ، فانه لا يستفيد منها الا بحوالى عشرة جرامات ، والباقى يذهب على هيئة نفايات واستهلاك لكى يحصل على الطاقة .. لكنه قد لا يدرك أن هذه الكمية الصغيرة من سمك التونة ، والكمية الاصغر التي استفاد بها فى ترميم وبناء خلاياه قد جاءت أساسا من ألف كيلوجرام من « المراعى » البحرية الدقيقة التى تتواجد فى الماء على هيئة طحالب ، وتحصل على طاقتها من الاشعة الشمسية ، وبها تبنى مادتها الحية ، ومع عمليات البناء تسير عمليات الهدم ، والهدم ينبع أساسا من عمليات الاكسدة ، وهذه تعنى تنفسا ، والتنفس قد يستهلك ٩٠٪ من المادة الحية لهذه الكائنات ، لكن ذلك أمر حيوى لاطلاق الطاقات .

ولو تركت الطحالب لتتكاثر بدون حساب ،لاستنفذت معظم العناصر الحيوية فى مياه البحار والمحيطات ، وكان لا بد أن تؤكل ، لتسير فى رحلةطويلة ، وتأتى كائنات حيـوانية دقيقـة لتأكلها ، وتفكك روابط جزيئاتها ، وتحصل على الطاقـةالمخزونة فيها ، وبها تنمو وتتكاثر لتصبح وجبة غذائية لحيوانات قشرية صغيرة (كبراغيث الماء) . فهـذه تعيش على الطحالب او على الحيـوانات الاولية بما أكلت ، فتبنى القليـــل ، وتهـــدم ــ للحصول على الطاقة ــ الكثير ، ثم تأتى الاسماك الصغيره ، لتأكل الحيوانات القشرية بما أكلت ،وعلى نفس الوتيرة تسير كما سار غيرها من قبل ، ثم تأتى الاسماك الكبيرة ، لتأكل الصـــغيرة بماأكلت .. ونأتى نحن فى النهاية لنصطاد الاسماك الكبيرة التي كونت لحمهـا من كل كائن اكل مـاقبلها .. وفى كل الحالات يستهلك الآكل الكثير من المأكول ، لأن الهدم هو العملية السائدة ، ولا بدان يكون الامر كذلك ، فلا بناء بدون طاقة ، ولا طاقة بدون هدم .

هذا ويضيف **س . م . يونـج** فى بحـــثمنشور بعنوان « الغذاء من البحـر » ــ الى ما سبق ان ذكرناه ــ أن ما نحصل عليه من البحاروالمحيطات كثروة سمكية صالحة كطعام يصل الى حوالى ٤٠ مليـون طن فى العـام ، لكن التـروةالاصلية تصل سنويا الى ألف مليون طن ، وهذه قد استهلكت حـوالى مائة ألف مليـون طن منالطحالب التى تتكون كل عام بمســاعدة الطاقـة الضوئية فى عملية التمثيل الكلوروفيلى .. أى أنالاســتفادة الحقيقيـة لا تتجاوز ١٪ ، والباقي يستخدم فى انتاج الطاقة ، أو يخرج على هيئـةنفايات .

وهكذا يتضح لنا أن الحياة تعيش على حياةأخرى ، مهما كان شكلها وحجمها ونوعها ودرجتها فى كادر المخلوقات ، ولا بد ــ والحال كذلك ــ أنيكون العرض أكثـر من الطلب .. أى أن يكـون المأكول اكثر من الآكل ، حتى لا يحدث الخلل ،ولا بد من وضع اسس انتاجيـة سـليمة ، والا لتحولت المخلوقات الى كائنات هزيلة .. فالطاقةهي التى تحدد مسـتوى الكائنـات ما بين قـوة وضعف ، تماما كما تحدد ذلك ايضا على مستوىالدول .

وجاء الحل بسيطا ، وكان الانتاج به وفيرا ،وسار على هيئة هرمية .. فعلى مخلوقات القاعدة الهرمية ان تتكاثر بسرعة كبيرة ، وعلى التى تحتلالقمة ان تحد من نسلها ، حتى يتوازن الهدم مع البناء .. أو الطاقة مع المادة الحية .

فالنباتات بكل أنواعها ــ سواء كانت طحالبمائية أو محاصيل ارضية أو اشـجارا فى غابة أو بستان ، او حشائش برية لرعى الحيوان ــ هىقاعدة الهرم ، ولهذا كان حتما مقضيا ان تتكاثر الطحالب الدقيقة بسرعة رهيبة لتنتج بلايين فوقبلايين من أطنان المادة الحيـة لتكفى الملايين التى تعلوها وتعيش عليهـا ، وهـذه لا بد ان تتكاثربدرجة اقل حتى تجد ما تبنى به أجسامها ، وما يكفى لمنحها طاقتها .. ثم نصعد الهرم مع الكائناتدرجة فدرجة ، فنتقابل مع الاسماك الصغيرة التى تعيش على ما هو أصغر منها وتأكله بما أكل ، ثميأتى السمك الكبير ليأكل السمك الصغير او غيره من كائنات أصغر بما أكلت ، ولا بد من وجـودموازين بيولوجية تتحكم فى العرض والطلب ، وقد تتأرجح الموازين لتدل على شيء من خلل لكن الخللا يدوم طويلا ، ولا بد أن يعود التوازن من جديد !



من طاقة ضوئية .. الى كيميائية .. الى اليكترونية .. الى امخاخنا !

اذا كانت البلاستيدات الخضراء والملونة قدشيدت فى النباتات لتستقبل الطاقة الضوئية ، وتحولها الى نبضات كهربية ، لتربط بطاقتها جزيئات كيميائية ، وتخنزن فى روابطها الطاقة المناسبة ، فان فكرة التصميم ذاته قد سيدت فيعيوننا .. لكن مع الاختلاف بين النتيجه التى تتمخض عنها الطاقةالضوئيةفىالعين والبلاستيده.

ان الضوء هو المؤثر ، والعين هو الوسيلة ،والمخ هو الغاية .. فبدون ضوء فلن ترى العين شيئا ، وبدون العين فلن يكون للضوء فائدة ،وبدون مراكز ابصار فى المخ سليمة ، فلن يكون للضوء والعين قيمة .. ولا بد ـ والحال كذلك ـأن تكون الوسائل التي نرى بها عالمنا متكاملة ، فكم من عيون سليمة كانت لا ترى شيئا ، لأن مراكزالابصار فى المخ قد صارت عقيمة .

لكننا لا نرى العالم المجسد امامنا باشكاله وألوانه واختلافاته من خلال ضوء ينعكس منه الى عيوننا ، ثم الى مراكز الابصار فى أمخاخنا ، اذليست الامور بمثل هذه البساطة ، بل سيطر عليها أحداث عظيمة ، وتنظيمات فريدة ، حتىيمكن تحويل الطاقة الضوئية الى صورة أخرى تناسب التصميم البديع الذى جاءت به عيونناوأمخاخنا وما يربط بينها من « كابلات » عصبية تسرى خلالها نبضات اليكترونية .

ولقد أوضحت التجارب الكثيرة التى بدأتمنذ عام ١٨٧٧ على ان الطاقة الضوئية تتحول الى طاقة كهروكيميائيه .. وكان آخر هذه التجارب المثيرة تلك التى قام بها كل من **د. هيوبل ، ت . ويزل** من جامعة جونهوبكنز ، فلقد استطاعاتسجيل الاثر الضوئى الذى ينتقل من عيوننا الى أمخاخنا ، وذلك عن طريق زرع قطب كهربى علىهيئة سلك رقيق للغاية من ذلك النوع الذى يستطيع ان يخترف خلية عصبية دقيقة ، ويسجل احداثها الداخلية ، ثم أوصلا السلك المزروع ـ فى مركز ابصار قط ـ الى جهاز اليكترونى حساس ،متصلبدوره بجهاز آخر لتسجيل شدة النبضات، ثم بجهاز ثالث على هيئة مكبر للصوت .. وعندماأطلقا امام عينى القط شعاعا من ضوء ، سجل الجهاز اهتزازات خاصة ، واطلق مكبر الصوتهمسات ضعيفة .. وهذا يعنى أن الطاقةالضوئية قد أحدثت تفاعلا كيميائيا ، تحول بدوره الى طاقةكيميائية ، وهذه انتقلت عبر « الاسلاك » العصبيه على هيئة نبضات اليكترونية تأثرت بها الاجهزةوسجلتها، وسمعتها الاذنالبشرية وأمنت عليها .

والذين يصورون العين على انها جهاز حىيشبه آلة التصوير الفوتوغرافي لم يبتعدوا كثيرا عن الحقيقة ، لكن شتان بين التصميمات البديعةالتي جاءت بها عيوننا وبين تصميم آلات البشر ، صحيح ان الفكرة واحدة ، اى تحويل الطاقة الضوئية على الفيلم الحساس الى طاقة كيميائيه تحدث تغييرا فى نوعية جزيئات الفيلم ، وصحيحأن الشيء نفسه يحدث على « فيلم » العين أو شبكيتها .. الا انها ليست جزيئات كيميائيةموزعة على ورق حساس لتطبع صورة ، وينتهى الامر ، بل من وراء ذلك جيش متكامل ومتفاهممن تركيبات دقيقة تعرف كيف تستقبل فوتونات الضوء بتردداتها المختلفة ، وتستجيب لها ،وتتأثر بها ، وتحولها الى نبضات كهربية ذات درجات متفاوتة ، ثم تصبها فى كابلات عصبيه ،وبها تهتز ، وتنتقل « الشفرة » السرية الى

« الهيئة الخلوية » المكلفة بحل ملايين البلايين من الرموز الواصلة فى الثانية الواحدة ، وترجمها الى صور والوان وأبعاد وحركة ومناظر نفرح بها ، اونكتئب منها ، ونفزع لها .. الخ .. لكن كيف الترجمة ؟ .. وما هي أسرارها ؟ .. ذلك لغز كبر لم يتوصل احد الى أبعاده العميقة ، وكل ما قيل فيه لا يخرج عن نظريات واجتهادات !

وشبكية العين دقيقة البناء، رقيقة السمك اذ لا يزيد سمكها عن نصف ملليمتر ، وفيها شيدت طبقات من فوق طبقات ، اهمها تكوينات دقيقة تعرف باسم مستقبلات الضوء Photoreceptors (شكل ١٠ أ ، ب) . فى كل عين من عيوننا منها مايقرب من ١٣٠ مليون مستقبل ، وهذه تنقسم الى نوعين : المخروطى وله منها حوالى خمسة ملايين ، والاسطوانى وله منها حوالى ١٢٥ مليونا ، ومن هذه المستقبلات يمتد « كابل » عصبى دقيق يحتوى على حوالى مليون ليفة عصبية بصرية ، وبها يتجه الى مركز الابصار فى المخ (هناك فى الواقع مركزان) .. ولقد تخصصت المستقبلات الضوئية المخروطية اساسا لالتقاط الصور نهارا وبألوانها المختلفة ، فى حين ان الاسطوانية تستقبل فوتونات الضوء الخافت ليلا (مثل ضوء القمر والنجوم) ، لكنها لا تستطيع أن تميز الالوان كرفيقاتها ، هذا ومما يستحق الذكر هنا أن عيون الحيوانات الليلية مثل الضفادع والبوم والخفافيش .. الخ . مزودة أساسا بالمستقبلات الاسطوانية لتلائم حياة الظلام .

وكما كان للنبات جزيئاته الخضراء (الكلوروفيل) والملونة (كاروتينات Carotenes) كذلك جاءت العين بجزيئات أخرى تعرف باسم الاصباغ البصرية . . منها مثلا صبغة «رودوبسين» Rhodopsin التى تتكون من بروتين « أوبسين » Opsin المرتبط باحدى مشتقات فيتامين أ والمعروف باسم ريتينين Retenine ، وهذا بدوره من عائلة الكاروتينات التي تضفى على النبات لونا أصفر فاتحا أو أصفر برتقاليا أو احمر او قرمزيا، وتتواجد أيضا مع جزيئات الكلوروفيل ، وتؤدى معه دورا مساعدا فى عملية التمثيل الضوئى ، لكن لون الكلوروفيل يحجب لونها ويتغلب عليه ، ولهذا لا نستطيع اكتشافها بالعين ، والمعروف ان نبات الجزر الاصفر يحتوى على نسبة كبيرة من هذه الاصباغ ، ولكنها تنتشر أيضا فى بعض الاسماك والزبد (اللون الاصفر فيه) والبيض .. الخ ، ومن المعروف كذلك ان العشى الليلى (أو عدم القدرة على الرؤية بوضوح فى الليل) يرجع الى نقص فيتامين أ ، لأن هذا الفيتامين يتحول بعملية اختزالية الى الريتينين الذى يدخل فى تكوين الاصباغ المستقبلة للضوء ــ كما سبق ان ذكرنا .

وعندما تصطدم الكوانتا أو فوتونات الضوء العادى بصبغة الرودوبسين ، فانها تنشق الى شقين : أوبسين وريتينين ، وسرعان ما يعودان الى الالتحام ، لينشقا ويلتحما ، وتنطلق العملية بسرعة رهيبة بمساعدة انزيمات ومستقبلات للاليكترونات ومانحات لها .. الخ ، الا ان هناك رأيا آخر يقول بأن جزىء الريتينين يتماسك برباط اليكترونى مع شقه الآخر ، بحيث تنتظم صفوفه بطريقة خاصة يمكن تشبيهها بغطاء موضوع على عدسة ، ولكى ينفذ الضوء من العدسة ، فلا بد من شىء يزيح الغطاء جانبا ، ولكى يحدث ذلك ، فلا بد من طاقة تبذل ، ولكن الامر يتم مع جزيئات الريتينين فى حدود أجزاء من مليون جزء من الثانية ، فعندما تسقط

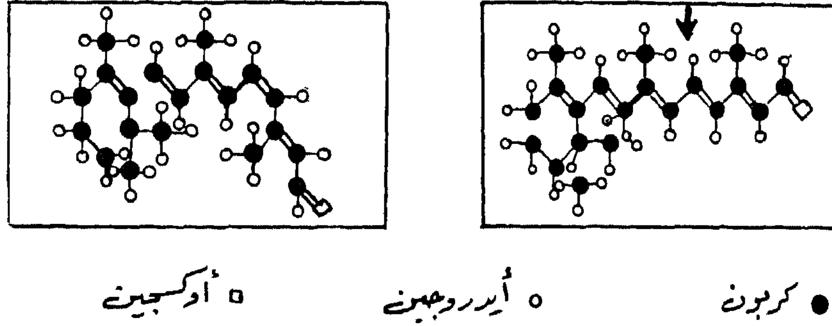


شكل ١٠ (أ) رسم توضيحي لجزء من الشبكية وفيه تظهر مستقبلات الطاقة الضوئية : الاسطوانية والمخروطية أو المعبئة من أعلا (أنظر الصورة الفوتوغرافية ١٠ ب) ... وبعد أن يحدث التفاعل الضوئى ، ويتحول الى طاقة كهروكيميائية ينتقل عبر خطوط من أعصاب حية الى مراكزالابصار فى المخ .



شكل ١٠ (ب) .. صورة أخذت من تحت عدسات الميكروسكوب لمستقبلات الطاقة الضـــوئية فى العين .. لاحـظ التركيب الأسطوانى والتركيب المخروطى المدبب (التى فى صدر الصورة مخروطية لكنها ملتوية من أثر تحضير الشريحة ، الا أن هناك مستقبلا مخروطيا معتدلا فى الركن الأيمن من الصورة) .

الفوتونات وتركل جانبا محددا من الجزيء ، فانهاتزيحه جانبا ، وتسمح بنفاذ مواد كيميائية خاصة لتزيد من طاقة مستقبلات الضوء بحيث تساعدهاعلى توليد نبضة كهربية (شكل ١١) .



شكل ١١

شكل (١١) نموذج كيميائي لجزيء الريتينين الذي‌يتأثر بالطاقة الضوئية .. هذا وتذكر بعض النظريات أنه ينفصل عن جزيء بروتيني ويعود للالتحام به ، وعندئذ تتولدطاقة كهروكيميائية .. الا أن هذا النموذج يوضح أن فوتون الضوء يركله (حيث يشير السهم) فيجعله ينثنى ويفسح‌مجالا للمواد الكيميائية المتفاعلة بالدخول من الثغرة ليتولد من تفاعلها طاقة كهروكيميائية ، ثم يتخلص الجزيء من الطاقةفى لحظة خاطفة ويعود الى استقامته الى أن يتقبل ركله اخرى من فوتون آخر فينثنى .. وهكذا .

وأيا كانت التعليلات والنظريات ، فلا أحديعرف على وجه الدقه كيف تتولد النبضه الكهربية المناسبة لتنتقل الى مركز الابصار .. صحيح ان هناك طاقة ضوئية تتحول الى طاقة كيميائية تؤدى الى طاقة كهربية تنتقل على هيئةنبضات خاصة ، لكن ماهي الخطوات والتفاعلات والانظمة والترتيبات التى تشرف وتوجه وتهيمن‌على ساحة العمليات .. فذلك سر كبير ، واكبر منه وأعظم سر مركز الابصار وهو يفك رموزالنبضات الواصلة كالطوفان أولا بأول ، ويحولها الى صور وألوان ومفاتن طبيعية يتراءى لنا فيهاالله ويتجلى ، فيصبح ملء السمع والبصر لقوم يفقهون !

ولا شك اننا نرى عالمنا من خلال موجات‌وترددات ذات طاقات متباينة ، وهى التي تحدد لنا الالوان بدرجاتها ، فانت مثلا عندما ترى‌الاخضر اخضرا ، فان ذلك يعنى أن الشيء الذى عكس هذا اللون الى عينيك قد امتص كل فوتونات‌الضوء المنظور ، وعكس اخريات ذات تردد محدد، وتقع فى نطاق موجات طولها حوالى ٥٢٥ مللي‌ميكرون ، وموجات بهذا الطول تعنى فوتونات او كوانتا ذات طاقات خاصة ، تتخلى عنها لمستقبلات‌الموجات فى عيوننا ، وتحدث فيها بضات اليكترونية تتوقف شدتها على كمية الطاقة التى‌دخلت بها الفوتونات ، وفى الحال يفك مركز الابصار فى أمخاخنا شفرة النبضات الواصلة ،ويبعث فى اللحظة ذاتها بالنتيجة التي تشير الى ان الموجات التي دخلت كانت لشيء اخضر ، ومعذلك فالظاهر شيء ، والباطن شيء آخر مختلف ، وكان لابد من أطلاق المسميات والصفات لنحددببساطة مظهر عالمنا كما نراه ـ لا كما يراه غيرنا .

يعني هذا ايضا ان هناك مخلوقات على هذاالكوكب تستطيع ان ترى عالمها من خلال موجات الاشعة فوق البنفسجية ، وهى موجات لم تتهيأمراكز الابصار فينا لفك شفراتها (وان كانت عيوننا قد تستقبلها احيانا) ، الا ان بعضالحشرات مثلا تستطيع ان ترى فى موجات تصل اطوالها الى ٣٦٠ ميللى ميكرون ، واقصر موجةنستجيب نحن لها لاتقل عن ٤٠٠ ميللى ميكرون ، وتلك هى حدود فوتونات الاشعة البنفسجية ،وعندما تقصر الموجات عن هذه الحدود ، فاننا ندخل بذلك فى حدود الاشعة فوق البنفسجية ،ولها قد تهيأت عيون الحشرات ، فتصبح فيها مبصرة ، ونكون نحن كالعميان ، كما ان بعضانواع الحيات يستطيع ان يرى عالمه فى ظلام دامس (بالنسبة لنا) من خلال الاشعة تحت الحمراء ،فلو أن فأرا كان على مسافة ١٥ سنتميترا من حية معصوبة العينين ، فانها تستطيع ان تحددمكانه تماما من خلال نقرتين متخصصتين فى استقبال الاشعة الحرارية (تحت الحمراء) حتىولو كان الفرق فى درجة الحرارة لايتجاوز ثلاثة أجزاء من ألف جزء من الدرجة المئوية !

والواقع أن جهاز الابصار الذى يستطيع انيصنف موجات عالمه ليس الا معجزة عظيمة من معجزات الخلق .. فهناك طرز ثلاثة من مستقبلاتضوء النهار ، ولكل طراز منها حدود خاصة ، ليستقبل ويتعامل مع موجات لايستطيع غيره انيتجاوب معها ، ويتفاعل بها

فالطراز « أ » يتعامل مع موجات تقع أطوالها فىحدود ٤٥٠ مللى ميكرون (الطيف الازرق البنفسجي)

والطراز «ب» يتعامل مع موجات تقع أطوالها فىحدود ٥٢٥ مللى ميكرون (الطيف الاخضر الداكن)

والطراز «ج» يتعامل مع موجات تقع اطوالها فىحدود ٥٥٥ مللى ميكرون (الاصفر الفامق)

وكل طراز من هذه الطرز يستطيع ان يحسبفوتونات ثلاثة أطياف مختلفة ، ويمزج بينها ، ومن هذا التداخل يمكن للعين البشرية الحادةالبصر ان تميز ٢٥٠ لونا نقيا بداية من الاحمر والبرتقالى والاصفر والاخضر والازرق والنيلىوالبنفسجى (بدرجات متفاوتة من حيث هى داكنة أو باهتة) .. بالاضافة الى امكانها التمييزبين ١٧ ألف لون مختلط وناتج من التباديل والتوافيق بين هذه الاطياف ، زيادة على حوالى٣٠٠ درجة من الدرجات التي يمتزج بها الابيض مع الاسود لتعطينا الوانا منهما داكنة او فاتحةعلى حسب النسبة بين هذا وذاك ، وهذا يعنى فى النهاية ان العين البشرية تستطيع ان تميز بينخمسة ملايين درجة ظلالية من درجات الالوان المختلفة التى يزخر بها عالمها « صنع الله الذى اتقنكل شيء » !

وهكذا تلعب موجات الطاقة مع عيونناومراكز ابصارنا لعبتها المثيرة ، لترينا عالمنا المادى بكل مافيه من صور والوان لانكاد نحصيها عدا .

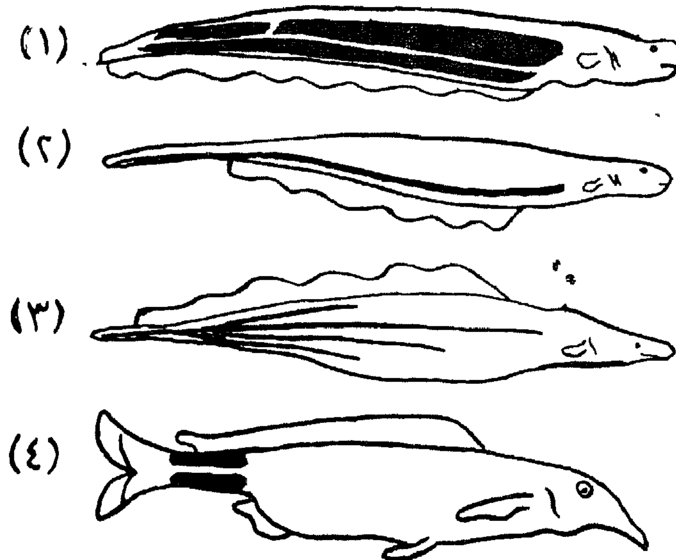


احذر الفولت العالي فى تلك المخلوقات !

وقبل أن يظهر الانسان على هذا الكوكببعشرات الملايين ، سبقته عليه مخلوقات غريبة استخدمت الطاقة الكهربية فى عمليات الصيدوالدفاع وسبل الاتصالات فيما بينها ، ولا زالت هذه الكائنات تعيش معنا حتى اليوم لتقدم لناصورة مثيرة من صور الطاقة البيولوجية ذات

الفولت العالى الذى قد يقتل انسانا أو ثورا أوحصانا ، ولقد جاءنا نبأها على الآثار التي تركهـا قدماء المصريين ، وذكروا قصة سمكة نيلية كانت تصيبهم برعدة مفاجئة تهز اجسامهم هزا ، فـلا يملكون الا ان يتركوها لتذهب الى حال سبيلها ،ولم يدرك القدماء وقتها شيئا عن سر الكهرباء ، ولم يعرفوا ان الرعدة قد جاءت من تفريغ كهربىمفاجىء قد يصيب الانسان بالشلل ، ولا زالت هـذه السمكة موجودة حتى يومنا هـذا (ولقدتعرض كاتب هذه الدراسة وهو صبى الى عملية تفريغ فر بعدها خائفا صارخا ، وسمعت مـن الناس وقتها اننى قد أمسكت « بالرعاد » ــ لانه يسبب فى الجسم رعدة) وتعرف باسم السلور اوالرعاد أو السمكة القط Cat Fish : كما ذكر الاغريق والرومان شيئا عن الظاهرة نفسها لسمكةبحرية تعرف باسم الراى Ray Fish او سمكـة الطوربيـد Torpedo ، واضـافوا انهم كانـوايستخدمون تلك « القوى الخفية » فى علاج بعض الامراض !

والواقـع أن بطاريات الشـحن الكهربيـةتتواجد اساسا فى الكائنات المائية،ويختلف جهدها الكهربى من نوع الى نوع آخر ، ويتوقف ذلـكبطبيعة الحال على حجم السمكة ، وعلى تصميم بطارياتها وكفاءتها واتساعها .. فمنها الصـغيرالذى تصل فروق الجهد فى بطارياتها مابين ٣ــ١٠ فولت ، ومنها ما يصل الى حوالى ٥٠ فولتا كماهو الحال فى سمك الطوربيد البحرى ، أو قـد يرتفع الى ٤٥٠ فولتا فى سـمك الرعـاد النيلىالكبير الحجم ، وتبلغ قمة الجهد الكهربى منتهاها فى ثعبان السمك الذى يعيش فى ميـاه الانهـارالعذبة بامريكا الجنوبية حيث يتراوح مابين ٥٠٠ ــ ٨٠٠ فولت ، ويقال ان التفريغ الكهربى المفاجىءلهذه الشحنة لو أصابت انسانا ، فانها قد تضع حدا لحياته ،واحيانا قد تقتل حصانا ! (شكل ١٢)



شكل ١٢

شكل (١٢) اربعة انواع من الاسـماك الكهربيه التىتفرغ شحنتها ثم تعاود شحن بطارياتها الحية بكميات مختلفة من الطاقة الكهربيه (١) ثعبان السمك الكهربى (٢) سمكةالمدية بامريكا الجنوبيه (٣) سمكهالمدية الافريقية (٤) سمكه انف الفيل والخطوط السوداء توضـح حجم البطـارياتواماكن انتشارها .

وتتوزع بطاريات الشحن الكهربى فى أجسام هذه الكائنات بطرق مختلفة ، فقد تتركز عند ذيل الحيوان (كما فى سمك الطوربيد) ، او قد تلتف حول جسمه من خلف الرأس حتى فى الزعنفتين الخلفيتين (كما فى الرعاد) ، او قد تمتد بطول الجسم من الرأس حتى الذيل كما فى ثعبان السمك الكهربى Electric eel الذى قد يصل وزن بطارياته الى حوالى ٥٨٪ من وزن جسمه ، وتتكون فيه من أعمدة تحتوى على وحدات شحن يتراوح عددها مابين ٥٠٠٠ ــ ٦٠٠٠ وحدة ، قوة كل وحدة حوالى عشر فولت أو أكثر قليلا ، وفيها تلعب تركيزات ايونات الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد والايونات العضوية الاخرى الدور الاساسى فى توليد الطاقة الكهربية وتخزينها فى البطاريات ، والواقع ان هذه الفكرة ذاتها تتواجد فى خلايانا العصبية ، وبها يولد تيارا ضعيفا للغاية ، لكنه مناسب تماما للغرض ، وبه تتفاهم الخلايا ، ومن خلاله تنتقل الاشارات العصبية من الجسم الى المخ أو بالعكس ، او من خلية فى المخ الى جاراتها ، لكننا لانحتاج فى أدمغتنا او اجسامنا لبطاريات مشحونة كما يحتاجها مثلا الثعبان الكهربى ، فالعقل عندنا أهم من كل مافى الكون من عوالم خافية وظاهرة ، فبدون عقل ، فلن يكون للكون معنى ، لكن البطاريات فى حياة هذه المخلوقات أهم لديها من أمخاخها البدائية .. ولكل خلق مايناسبه .

وعندما يضطر الكائن الحى لعمليه تفريغ الشحنة من وحدات البطاريات المتراصة ، فان « مفتاحها » موجود هناك فى الجهاز العصبى المركزى ، وعندما يبعث بالامر على هيئة نبضة اليكترونية ، فما أسرع ما تستجيب لها ، وتفرغ جميعها دفعة واحدة ، وقد تصل شدة التيار الى نصف أمبير ، والشحنة الى ٦٠٠ فولت فى حالة ثعبان السمك الكهربى . الا ان الامر كله يتم فى وقت قصير جدا ، ولا يمكث لاكثر من عدة أجزاء من ألف جزء من الثانية ، لكن بالامكان ان تضىء بها مصباحا كهربيا اذا ما أوصلنا سلكيه السالب والموجب عند رأس الثعبان وعند ذيله ، وبعد التفريغ مباشرة تبدأ عملية الشحن من جديد ، لتصبح البطاريات على أهبة الاستعداد للانطلاق كلما دعت الحاجة الى ذلك .

ولقد كان الظن السائد ان الكائنات التي تمتلك مثل هذه المولدات الكهربية الحية تستخدمها فى عمليات الصيد أو الدفاع عن النفس ، لكن الامر يزداد غموضا عندما نتعرض لانواع اخرى من الاسماك التي لايزيد الجهد الكهربى فيها عن فولتين او ثلاثة ، فهذا ــ فى الواقع ــ لايعتبر شيئا مذكورا حتى ولو تضاعف عشر مرات ، فعشرون او ثلاثون فولتا لا تشل كائنا ولا تخيفه .. فلماذا اذن جاءت هذه الكائنات بشىء لانفع فيه ولا ضرر ؟ .. وهل يمكن ان نعتبره من قبيل تحصيل الحاصل ؟

ليس فى الواقع كذلك .. فعندما اماط العلماء اللثام عن سر هذه الكائنات منذ وقت قريب ، وجدنا أنفسنا امام أفكار وتصميمات وأساليب تكنولوجية قد سبقتنا بها تلك المخلوقات منذ عشرات الملايين من السنين ، ولابد ــ والحال كذلك ــ ان نعيد تقييم اختراعاتنا وافكارنا ، لنعرف انه « لاجديد تحت الشمس » ــ كما يقولون !

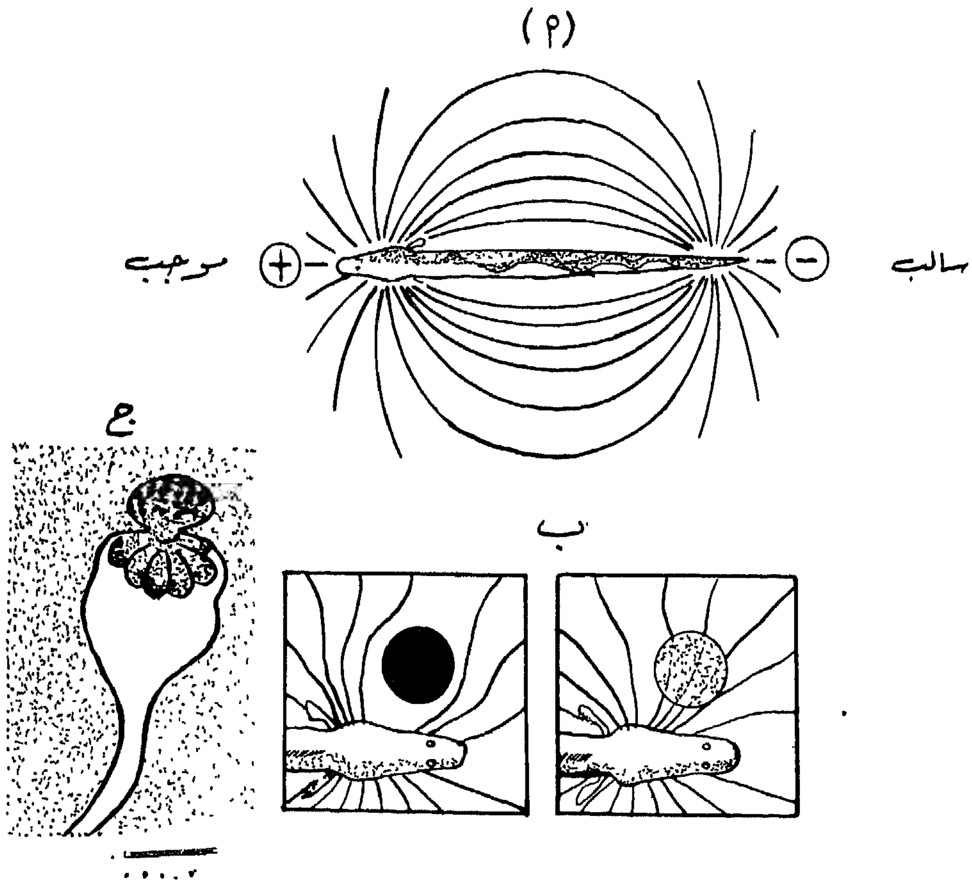
فبينما كان عالم الحيوان **دكتور هـ. ليزمان** من جامعة اكسفورد يستقبل قاربا فى احدى مداخل المياه بالقارة الافريقية ، وجد سمكة يبلغ طولها حوالى متر ونصف متر وتعرف باسم

سمكة المدية Knife Fish ، وبينما كانت المسافة بينها وبينه لاتزيد عن نصف متر ، امسك بيده قضيبا مفناطيسيا قويا على هيئة حدوة الحصان، ووضعه فوق السمكة بالقرب من سطح الماء ، وهنا حدث شيء مثير ، فلقد انجذبت السمكة بقوة خفية ، وجاءت براسها تحت المجال المغناطيسي تماما ، وعندئذ بدأ ليزمان في تحريك المغناطيس يمنة ويسرة ، فتحركت السمكة معه في الاتجاه ذاته وكأنما قد أصبحت سجينة تلك القوى الجديدة التي تنتشر حول ذلك المغناطيس في مجال محدد ، هذا وتحدث تلك الظاهرة مع أنواع اخرى من سمكة المدية (حوالى مائة نوع) التي تسكن مياه أمريكا اللاتينية وافريقيا ، ومع انواع من سمكة الفيل الافريقية (حوالى مائة نوع) .

لكن الشيء الغريب حقا ان هذه الاسماك لاتتوقف لحظة واحدة عن اطلاق نبضاتها الاليكترونية ، وكأنما قد أصبحت بمثابة القلوب التي تنبض في صدورنا ليل نهار ، الا ان نبضات تلك المخلوقات تختلف في النوع والكم ، فحيث تنخفض نبضات بعض الانواع بمعدل نبضتين في الثانية الواحدة ، نجد على النقيض من ذلك أنواعا اخرى يصل معدلها الى ١٨٠٠ نبضة في الثانية ، وبين هذه وتلك توجد أنواع تتردد فيها النبضات بالعشرات والمئات لكل ثانية من زمن .. والغريب كذلك ان حساسية هذه الاسماك للمجالات الكهربية التى تطلقها حولها حساسية تفوق تصوراتنا ، اذ يبدو أنها تمتلك حاسة لاتمتلكها المخلوقات الاخرى (حاسة كهربية Electric Sense) وبها تستطيع ان تكتشف تغيرا في النبضات قد يصل الى حوالى ٠٫٠٣ من الميكروفولت لكل مسافة تقدر بسنتيمتر واحد (أى ثلاثة أجزاء من مائة مليون جزء من الفولت) ، والى شدة في التيار الكهربى تقع في حدود ٠٫٠٤ ميكرو أمبير لكل واحد سنتميتر . (أى اربعة اجزاء من مائة مليون جزء من الامبير) !

والحديث عن هذا الموضوع سيطول ، لكن يكفي ان نذكر ان الحياة كانت كريمة جدا في أفكارها ، وقدمت لنا مثالا حيا لانواع من المخلوقات تستخدم طاقتها الكهربية لشحن بطارياتها ، ثم اطلاق نبضات اليكترونية تحيطها بمجالات خاصة ، فاذا دخل في هذا المجال اى عائق يتداخل في شدة النبضات ويقطع الاتصال ، فان السمكة تستطيع ان تقدر لزعانفها قبل العوم موضعها ، اذ يبدو أن السمكة تعوم وكأنما هي محطة ارسال واستقبال متنقلة ، فهي تذيع على « موجات » خاصة وتستقبل ايضا ماتذيعه الاسماك التى تتبع النوع نفسه ، والاغرب من ذلك انه بمقدور تلك الاسماك ان تغير من تردد الموجات كلما دعت الحاجة الى ذلك ، فاذا احست «محطة» الاستقبال فيها ان مجال ارسالها قد تدخل فيه شيء ، وانها لم تستقبل من هذا الشيء موجات بنفس تردد موجاتها ، فان ذلك يعنى الحذر والترقب لعدو دخيل ، وعلى السمكة ان تتخذ القرار المناسب ، او أن تغير الموجة ، علها تكتشف شيئا جديدا (شكل ١٣) .. وبهذا اصبحت النبضات وما تخلقه حولها من مجالات بمثابة « كلمة سر » لايفك رموزها الا أصحابها ، ولتصبح لها بمثابة العيون المبصرة ، والآذان المرهفة ، والانوف الحساسة ، فلقد ضعفت في اسماكنا تلك الحواس التقليدية ، وحلت محلها حاسة كهربية ، وبها « ترى وتحس وتتكلم » ، وكأنما هذا العالم عالمها ، وبهذه الفكرة ـ فكرة الارسال والاستقبال التى عرفناها حديثا جدا ـ جاءت هذه الاسماك منذ عشرات الملايين من السنين ، وكم في المخلوقات من أسرار ، « ولكن أكثر الناس لايعلمون » !

• • •



شكل ١٣

شكل (١٣) أ ـ تنتشر خطوط القوى الكهربيه حـول سمكة المدية كما ينتشر المجال المغناطيسي حول قضيب ممغنط، ب ـ وعندما تعترض هذه الخطوط موصلات كهربية جيدة ، فانها تخترقها وتسرى خلالها (الى اليمين) فى حين أن الموصلات الكهربية الرديئة (الكرة السوداء الى اليسار تجعل هـذه الخطوط تنفرج وتغير مسارها) .. ج ـ عضو دقيق من أعضاء الحاسة الكهربية المدفون فى جلد السمكة حيـث يستقبل النبضات الكهربية من الوسط الذى تعيش فيه السمكة .

ومخلوقات تحول الطاقة الكيميائية الى ضوء حي !

وصورة أخيرة نختارها من صور كثيرة ـ لنختم بها موضوعنا عن مخلوقات أخرى غريبه استطاعت أن تمتلك الوسيلة التى تحول بها الطاقة الكيميائية الى طاقة ضوئية ، متلها في ذلك كمتل البطاريات التي يستخدمها البشر لتنير لهم الطريق فى ظلام الليل ، مع الاختلاف الواضح بين ميكانيكية انبعاث الضوء فى هذه وتلك .

والضوء الحى Bioluminescence من الظواهر المثيرة والجميلة التي جذبت انظار البشر فى كل زمان ومكان ، فحاك الناس حولها الاساطير . فمن بحار اذا اثيرت امواجها اضاءت دون ان تمسسها نار ، ومن شواطيء اذا خطت عليها الاقدام توهجت ، وكأنما ينطلق منها «لهب» بارد خافت ، ومن غابات تتعلق على أشجارها رفوف غريبة تضيء اذا أظلم الليل، ومن بين أعشاب ومن فوق فروع النباتات تنطلق مصابيح ضوئية صغيره تطفيء وتضيء فى فترات متقطعة ومنتظمة، ومن أسماك بحرية تنتشر على أجسامها وفوق رؤوسها بقع ضوئية تنتظم كما تنتظم المصابيح على جانبى طريق . وهكذا وزعت الحياة لمساتها المضيئة على انواع كثيرة من مخلوقاتها ، بداية من البكتيريا الى الفطر (العفن) الى الحيوانات الاولية الى قناديل البحر الى الديدان والسرطان « الكابوريا » والحشرات والاسماك التي تسكن ظلام الاعماق .

وكما جاءت سمكة المدية أو الفيل لتخلق حول نفسها مجالات كهربية ذات ترددات خاصة، كذلك جاءت بعض المخلوقات لتشع اضواءها على هيئة موجات ذات أطوال خاصة كذلك . . فمنها ما يشع موجاته بأطوال تقع فى حدود ٤٦٥ ميللى ميكرون (وضوؤها أزرق اللون) ، ومنها مايضيء على موجة يتراوح طولها مابين ٥٥٠ ، ٥٨٠ ميللى ميكرون (اى فى نطاق اللون الاصفر المشوب بخضرة) . . وغيرها يبعث بموجات أطول لنرى اضواءها على هيئة صفراء او برتقالية أو حمراء . . لكنها ـ بطبيعة الحال ـ لاتضيء لنا ، لتبعث البهجة فى نفوسنا ، بل تستخدم طاقتها الضوئية فيما بينها على هيئة « كلمة سر » لها فى عالمها ـ امغزاها الكبير ، لكن ذلك موضوع آخر طويل نرانا فى حل من التعرض له هنا لضيق المجال .

ومن الحقائق المثيرة فى هذا العالم الحى ـ الذى يتلاعب باضوائه اذا ما أقبل الليل ، وخيم الظلام ـ ان بعض كائناته يستطيع ان يبعث باضواء ذات ألوان مختلفة ، ومن اعضاء متفرقة على أجسامها . . من ذلك مثلا دودة تعيش فى البرازيل، وتعرف هناك باسم دودة « السكة الحديد Railroad Worm » فعلى جانبيها تنبعث عدة مصابيح دقيقة تضيء بلون أزرق ، وعلى رأسها « مصباح » ينطلق منه ضوء أحمر ، وثمة حشرة أخرى تعرف باسم « الاوتوموبيل » Automobile Bug تمتلك على رأسها مصابيح صغيرة حية تضيئها بأضواء صفراء أو برتقالية ، وعلى جانبى جسمها مصابيح أخرى ينبعث منها ضوء أخضر ، لكن الغريب انها تضيء الاصفر وتطفيء الاخضر اثناء السير ، وعندما تتوقف تضيء مصابيحها الخضراء Parking Lights وكأنما هى بمثابة نذير لمن يعترض طريقها اثناء التوقف ، وهذه الفكرة ذاتها نستخدمها فى سياراتنا على هيئة مصابيح حمراء ، لكن الاغرب من ذلك ان بعض هذه الكائنات يستطيع ان يحجب الضوء المستمر بستارة رقيقة حية تنسدل على المصباح الدقيق ، فاذا رفعها عاد الى الاضاءة

من جديد ، الا ان هناك انواعا أخـرى تتحكم فى اطفاء المصابيح او اضائتها . كلما دعت الحاجة الى ذلك .

وسر هذا الضوء الحى مـن الاسرار التي جذبت انتباه علماء كثيرين حتى يومنا هذا ، الا ان اول من وضع اللبنة الاولى فى كشف هذا السر كان العالم الكيميائى الفيزيائى **روبرت بويل** الذى سجل فى مذكراته فى عام ١٦٦٨ أن بعض الاخشاب المصابة بالعفن المضيء ، وبعض الاسماك البحرية المتعفنة بانواع من البكتيريا المضيئة « ينطفىء »ضوؤها فى غياب الاوكسجين .. الا ان السر لم يكتشف الا فى أواخر القرن الماضى عندما قـام العالم **((دوبوا))** Dubois فى عام ١٨٨٧ بعـدة تجارب خرج منها بنتيجة تشير الى أن الطاقـة الضوئية المنبعثة من احـدى المحـاريات تتم فى وجود مادتين أساسيتين، احداهما لاتتأثر بالحرارة واطلق عليها اسم ليوسيفيرين Luciferin ، والاخرى تفقد مفعولها اذا سخنت وأسماها خميرة ليوسيفيريز Luciferase .. وعندما «تهضم» هذه الخميرة مادتها فان عملية الهضم تتحول الى طاقة ضوئية باردة لايصحبها أثر من حرارة !

الا ان الامور ــ كما أظهرت البحوث بعد ذلك ــ لايمكن ان تسير بمثل هـذه البسـاطة اذ ان التفاعل الكيميائى يتطلب وجود مواد عديده .. منها مثلا أيونات الماغنسيوم والجزيئات المانحـة للطاقة (ثلاثى فوسفات الادينوسين السابق ذكره)، ومستقبلات للاليكترونات ، ومانحات لها .. الخ، وعندما يتم التأكسـد فى وجـود الاوكسجين ، تتحول الطاقة الكيميائية الى طاقـة ضـوئية ، وتختزل المواد التي تأكسدت ، وتشحن الجزيئات التى فقدت طاقتها ، وتقفز الاليكترونات عائـدة الى مواقعها الاولى ، وتدور العملية بسرعة هائله دون توقف او تباطؤ ، اللهم الا اذا اراد الكائـن ذلك ، والى هنـا لاندرى نقينـا كيف يتحكم فى الاطفاء والاضاءة .

وما أكثر مالاندرى ، وما أعظم مانجهل .. « وما أوتيتم من العلم الا قليلا » !



المراجــع

١ ــ دكتور عبد المحسن صالح دورات الحياة ، سلسلة المكتبةالثقافية .

٢ ــ د . عبد المحسن صالح الانسان والنسبية والكــون ،المكتبة الثقافية .

٣ ــ د . عبد المحسن صالح هــل لك في الكــون نعيض ؟ ،سلسلة العلم للجميع .

٤ ــ د . عبد المحسن صالح انت كم تساوى ؟ ، سلسله كتاب الهلال .

٥ ــ د . عبد المحسن صالح مذكرات ذرة ، سلسلة اقرأ .

٦ ــ د . عبد المحسن صالح اسرار المخلوقات المضيئة ، المكتبه الثقافيه .

7. Asımou, I., **Realm of Measutre,** 1967 Fawcett World Library.
8. Bogen, H. J., **Biology for the Modern Mind,** 1968 The MacMillan Co., N.Y.
9. Bolin, B., **The Carbon Cycle,** 1970 Sci. Amer. 223.3
10. Droscher, V. B., **The Magic of the Senses,** 1969 Allen, W. H., London.
11. Du Praw, E. J., **Cell and Molecular Biology,** 1969 Academic Press, New York.
12. Hubbert, M. K., **The Energy Resources of the Earth,** 1971 Sci. Amer. 3.
13. Mac El Roy, W. D. and Swanson, C. P., **Cell Biology** 1968 Prentice Hall, Foundations of Biology Program.
14. Mac Graw Hill : **Encyclopedia of Sci. and Techn.,** 1960
15. Markin, A., **Power Galore,** Progress Publ. Moscow.
16. Mueller, C. G. and Rudolph, M., **Light and Vision,** 1967 Life Sci. Library.
17. Ruchlis, H., **The Wonder of Light,** 1962 Lowe & Brydone, London.
18. Starr, C., **Energy and Power,** 1971 Sci. Amer., 225 : 3.
19. Teller, E. & Latter, L., **Our Nuclear Future,** 1958 Criterion Books, Inc. New York.
20. Went, F., **The Plants,** 1965 Life Nature Library.
21. Wilson, M. : **Energy,** 1965 Life Science Library

★ ★ ★

محمود أمين *

البترول والطاقة

مقدمة

يعتبر البترول الآن أهم مورد للطاقة فى العالم ، وذلك بالاضافة الى استخدامانه الاخرى المتعدده التى ترجع الى تعدد ومرونة منتجاته ،ولذلك تعددت مناطق انتاجه فى العالم ، واقبل عليه المستهلكون ، واصبح العالم يتابع باهتمام وبحسابات دقيقة موارد البترول الحالية ؛ والمتوقع منها فى الارض والبحر ـ كما يتابع ايضا الموارد البديلة للبترول الطبيعى التى يمكن الاعتماد عليها لانتاج بترول صناعى . واخيرا ظهرت مشكلة الطاقة فأصبح البترول محور هذه المشكلة وعليه يتوقف علاجها على الاقل فى المدى القريب ، الى ان يتمكن الانسان من ايجاد موارد أخرى بديلة للطاقة .

---

* خريج جامعة القاهرة عام ١٩٤٢ ـ والكلية الامبراطورية للعلم والصناعة عام ١٩٥١ . انضم الى هيئة التدريس بجامعة القاهرة (كلية العلوم) وهو الان رئيس مجلس ادارة مؤسسة البترول وشركات البترول .

وتتناول هذه الدراسة :

أولا ــ البترول وتعدد استخداماته .

ثانيا ــ تطور انتاج البترول وموارده الحالية والمتوقعة والموارد البديله له ، ومناطق انتاجه واستهلاكه .

ثالثا ــ البترول ومشكلة الطاقة .

د . محمود امين

أولا ــ البترول واستخداماته المتعددة

قبل أن يصبح البترول موردا من الموارد الأساسية للطاقة ، ظهر الاهتمام به أولا كمورد لزيت الاضاءة ، ثم أصبح بعد ذلك موردا للطاقة اللازمة لادارة الآلات ، وفي ذات الوقت موردا أساسيا لكثير من المنتجات الكيميائية اللازمة للصناعة . وأخيرا اصبح أيضا مصدرا للمواد الغذائية ، ولكن البترول لا يزال المصدر الأساسي للطاقة حتى الآن .

١ ــ البترول كمصدر لزيت الاضاءة (الكيروسين) وقد ظهر الاهتمام بالبترول فى منتصف القرن التاسع عشر كمورد لزيت الاضاءة ، فقد كان الاعتماد وقتئذ على الزيت المستخرج من الفحم أو على الشموع المصنوعة من شحم الحيوان ولكنها كانت غالية الثمن لقلتها ولصعوبة الحصول عليها ولما تحدثه من دخان أثناء استعمالها ، لذلك اهتم الباحثون ومنهم « **الكولونيل فيريس** » الذى حاول استخدام البترول لاستخراج زيت الاضاءة منه ، واستخدم فى ذلك البترول الذى يخرج مختلطا بالمياه من آبار المياه المالحة والذى كان يحرق للتخلص منه باعتباره من الشوائب . ولقد استطاع « فيريس » أن ينتج نوعا جيدا من زيت الاضاءة فأثار ذلك الاهتمام بالبحث عن البترول ، وكان فيريس يدفع لشراء البرميل منه حوالى ٢٠ دولارا فشجع ذلك الكولونيل « دريك » على حفر بئر لانتاج البترول خصيصا ، واعتبر ذلك مولد صناعة البترول . وعندئذ تحولت الكثير من المعامل التى كانت تستخرج زيت الاضاءة من الفحم الى استخدام البترول كمصدر لزيت الاضاءة وهو الكيروسين . وانتشر استخدامه فى الولايات المتحدة وفى أوربا ، وكانت منافسة البترول الروسي كبيرة لأنه يمتاز بانخفاض نسبة الكبريت والبرافين ، مما يعطى أنواعا جيده من الكيروسين ، وامتدت هذه المنافسة الى الشرق بين شركة ستاندرد الامريكية ومنافسيها من الهولنديين والبريطانيين اللذين انضما فيما بعد فى شركة شل الهولندية الملكية .

٢ ــ البترول كوقود للآلات ثم كان ظهور السيارة فى عام ١٩٠٨ التى احتاجت الى البنزين لادارتها فأثار ذلك الاهتمام باستخدام البنزين المنتج من البترول ، والذى كان يعتبر وقتئذ انتاجا فائضا عن الحاجة . وكانت عمليات التكرير لا تستخلص من البترول الخام سوى ١٥ ــ ١٨٪ من البنزين ، لذلك تطورت عمليات تكرير البترول باستخدام طريقة التكسير الحرارى التى ضاعفت كمية البنزين المستخرجة من الخام . وفى عام ١٩١٠ أصبح استهلاك البنزين يزيد على استهلاك الكيروسين .

ثم قامت الحرب العالمية الأولى ، وظهرت أهمية الطائرات ثم ازدادت هذه الاهمية بعد ان عبرت **الطائرات الاطلنطى** عام ١٩٢٧ **فزاد الاقبال على البنزين لتموين الطائرات .**

وعندما بدأ تسفيل فاطرات السكك الحديدية بماكينات الديزل فى عام ١٩٣٤ أثار ذلك الاهتمام بانتاج المتتفات الوسطى من البترول كالديزل والسولار الذى استخدم أيضا لتدفئة المنازل .

وبعد الحرب العالمية الثانية زاد الاهتمام باستخدام الفازات الطبيعية والسوائل المستخرجة منها التى كان استخدامها حتى ذلك الوقت قاصرا على المدن المجاورة لآبار الغاز الى أن أمكن صنع الأنابيب الصالحة لنقل الغاز عبر المسافات الطويلة بأسعار مقبولة وقد أمكن انتاج هذه الأنابيب فى الثلاثينات ، ولكنها لم تستخدم بكثرة الا بعد انتهاء الحرب للاغراض المنزلية وللصناعة ، وامتدت أنابيب الغاز عبر الولايات المتحدة .

ومع الزيادة فى استخدام الفازات الطبيعية **زاد أيضا استخدام السوائل البترولية التى** تستخلص من الغازات وأهمها الجازولين الطبيعى ، الذى استخدم أيضا فى السيارات تم تبين بعد ذلك أن الجازولين الطبيعى يحوى على كمية من غاز البروبين والبوتين فأمكن فصلهما لتعبئة أنابيب البوتاجاز فى المناطق التى لا تصل اليها أنابيب الغاز الطبيعى .

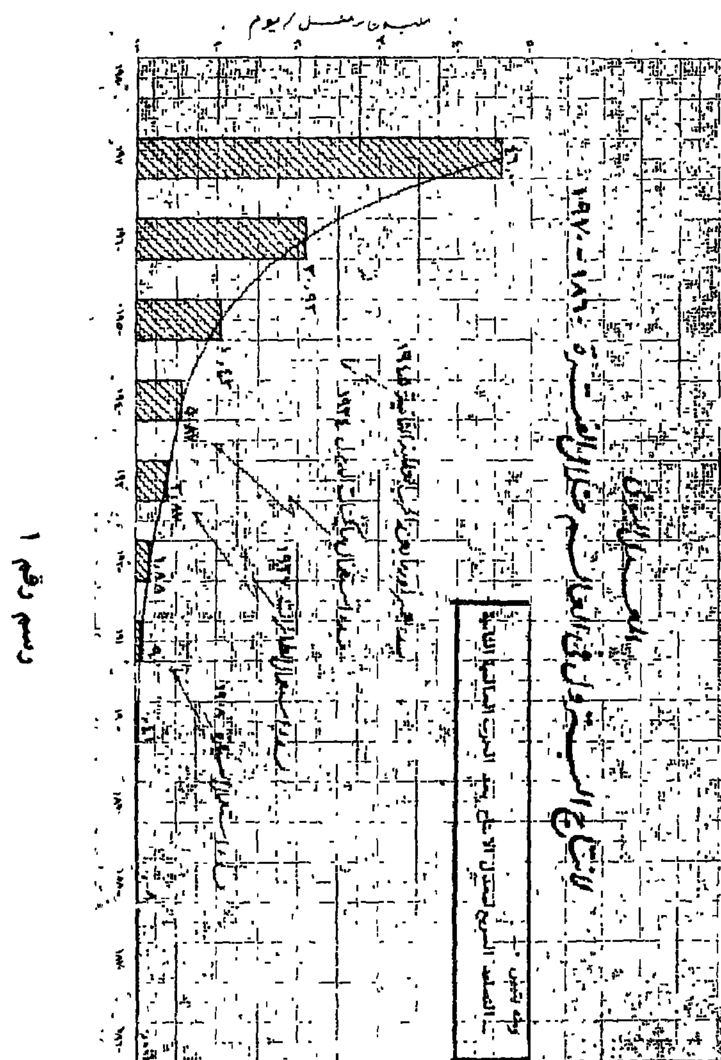
٣ ــ **البترول كمادة كيمائية** وعندما بدأت عمليات تكرير البترول استخدمت بعض منتجاته لانتاج بعض المواد الكيمائية ، ولكن مع تطور عمليات تكرير البترول وتقدمها أصبح خام البترول والفازات مصدرا هائلا من مصادر المواد الكيميائية التى تعتمد عليها الصناعة اعتمادا كبيرا . **وقد حدث هذا التطور الضخم منذ عام ١٩٢٠ ولكن برغم ذلك فان ما يستخدم من البترول لانتاج الكيمائيات لا يتجاوز ٢ ــ ٣٪ من انتاج البترول ويستخدم البترول الآن لانتاج كثير من المواد الكيميائية مثل المطاط الصناعي ــ الخيوط والالياف الصناعية ــ البلاستيك والاسمدة والمبيدات الحشرية والمنظفات الصناعية ــ الجلود الصناعية ــ والمذيبات وغيرها .**

٤ ــ **البترول كمصدر للمواد البروتينية وفى عام ١٩٥٩ بدأت البحوث لاستخدام البترول لتربية الكائنات الحية التى تنتج البروتين ، ويستخدم البترول فى ذلك بدلا من المواد السكرية الى تستخدم عادة لهذا الغرض .** فأمكن بذلك انتاج المواد البروتينية ولكنها لا تزال فى مرحلة تجريبية . ويجرى الآن تجربة استخدام هذه المواد البروتينية فى تغذية الحيوانات للتحقق من صلاحيتها .



مرونة منتجات البترول

ويوضح الرسم البيانى رقم (١) تطور انتاج البترول منذ ١٨٦٠ حتى الآن ، ومنه تتضح السرعة الفائقة فى زيادة انتاج البترول فى السنوات التى أعقبت انتهاء الحرب العالمية الثانية . أى منذ منتصف الأربعينات ، بعد أن أصبح البترول موردا أساسيا للطاقة اللازمة للسيارات (التى بدأ استخدامها عام ١٩٠٨) والطائرات (التى بدأ استخدامها عام ١٩٢٧) والقطارات (التى بدأ استخدامها عام ١٩٣٤) .



رسم رقم ١

وكان ذلك بسبب ما يتمتع به البترول ومنتجاته من ميزات مناسبة لاستخدامه منها : ـ

● ان أى وقود يحتاج الى الهواء ليحترق فتنطلق منه الطاقة الكامنة ومن ثم كانت سهولة استخدام البترول كوقود فى الآلات لما يتفوق به عن مواد الوقود الأخرى كالفحم ، نظرا لأن غازات وسوائل البترول تتبخر بسهولة وبذلك يسهل تحويلها الى ذرات مما يجعل البترول مناسبا لآلات الاحتراق الداخلى التى يتعذر استخدام الوقود الصلب بها كالفحم .

● ان البترول يحتوى على نسبة ضئيلة جدا من الرماد ، وهو ما يناسب استخدامه فى السيارات والطائرات والقطارات .

● سهولة نقل وتخزين البترول ، نقله بالناقلات أو خطوط الأنابيب وتخزينه فى المستودعات مما يجعل عمليات النقل والتخزين ذات تكلفة مناسبة ولمسافات طويلة سواء بنقله فى المناطق الأرضية أو البحرية .

● ان البترول يأخذ صورا متعددة منها الغازات التى تناسب الاستخدامات المنزلية ، كما يصلح أيضا فى ذات الوقت لعمليات التسخين فى محطات الكهرباء والمصانع . ومنها السوائل . وهذه بالتالى تنقسم الى أنواع مختلفة حسب درجة تطايرها ، فقد يكون السائل سريع التطاير كالبنزين والكيروسين أو متوسط التطاير كالديزل أو بطىء التطاير كزيت الوقود . ولكل منها استخدامات مناسبة تلائم نوعا معينا من الآلات .

فالبنزين ويستخدم فى آلات الاحتراق الداخلى كالسيارات والطائرات التى تحتاج لسائل سريع التطاير .

والكيروسين وهو أقل تطايرا من البنزين ويستخدم فى الطهى والتدفئة ، كما أصبح يستخدم أيضا فى الجرارات وأخيرا فى وقود النفاثات .

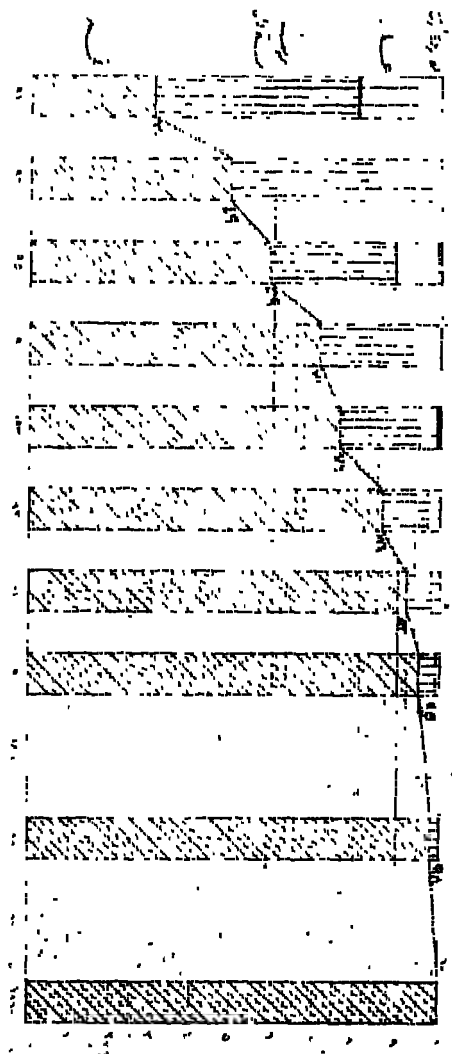
والديزل وهو أقل تطايرا ويستخدم فى ادارة آلات الديزل بأنواعها المختلفة سواء الآلات الصغيرة منها المستخدمة فى السيارات أو فى الآلات الكبيرة المستخدمة فى الناقلات البحرية .

وزيت الوقود وهو أقل السوائل تطايرا وبالتالى فهو أقرب الى الوقود الصلب كالفحم ، ومن ثم كان استخدامه ليحل محل الفحم فى توليد البخار اللازم للبواخر والمصانع ، او أنه يتميز أو يتفوق على الفحم بامكانية تحويله الى ذرات دقيقة قبل حرقه ، وذلك بتسخينه .

● ● ●

منافسة البترول للفحم

منذ ظهر البترول وثبت امكانية انتاجه تجاريا فى ١٨٦٠ بدأ ينافس الفحم وأخذ يحل محله تدريجيا كما يتضح من الرسم البيانى الذى يوضح النسبة المئوية لموارد الطاقة فى العالم منذ ١٨٦٠ الى ١٩٧٠ ، ومن ذلك يتبين سرعة احلال زيت البترول والغاز محل الفحم منذ



الأربعينات أى فى أعقاب الحرب العالمية الثانية . وقد ساعد على هذا التطور عدة أمـور يمكن ان نوجزها فيما يلى :

١ ــ مرونة وتعدد استـخدامات منتجات البترول السابق الاشارة اليها .

٢ ــ التناقص الطبيعى فى انتاج الفحم وخاصة فى أوروبا بسبب استنفاذ الطبقات السميكة منه والقريبة من سطح الأرض التى كان من السهل استخراج الفحم منها ، ولم يبق بعد ذلك سوى الطبقات الرقيقه السمك التى توجد على أعماق كبيرة وبالتالى يصعب استغلالها .

٣ ــ صعوبة العمل فى مناجم الفحم التى لاتزال تعتمد الى حد كبير على الجهد البشرى فى تعقب طبقات الفحم مما يثير كثيرا من المتاعب مع عمال مناجم الفحم برغم ارتفاع اجورهم .

٤ ــ ما يسببه احراق الفحم من تلوث الجو وخاصة لاحتواء الفحم عادة على نسبة كبيرة من الكبريت . وهذا العـامل بالـذات كان من أهم العـوامل التى دفعت الصـناعة الامريكيـة الى الاعتماد على البترول بدلا من الفحم فى محطات الكهرباء برغم وجود الفحم بكميات كبيرة بالقرب من سطح الأرض .

٥ ــ ومما ساعد أيضا على الانتقال من الفحم الى البترول ــ تحطيم الصناعة الأوربية فى الحرب العالمية الثانية وهى صناعة كانت تعتمد على الفحم ولذلك كان من الطبيعى أن تتحول هذه الصناعة الى البترول عند اعادة بنائها وأن لا تعود ثانية الى الفحم .

ثانيا ــ تطور انتاج البترول

يبلغ انتاج البترول الآن حوالى ٥٦ مليون برميل يوميا ، وقد تصاعد هذا الانتـاج بسرعة فائقة منذ نهاية الحرب العالمية الثانية بعد أن كان تصاعده قبل ذلك بطيئا . فعندما بدأ الانتاج عام ١٨٦٠ لم يكن يتجاوز انتاج العالم فى ذلك الوقت الف برميل يوميا . ثم ارتفع الى حوالى ٨٠ الف فى عام ١٨٨٠ والى ٤٠٠ الف برميل يوميا عـام ١٩٠٠ ، ثم بدأت تزداد سرعة زيادة الانتاج مع بدء استعمال السيارات والطائرات والقطارات فارتفع هذا الانتاج الى : ــ

٩٠٠ الف برميل يوميا سنة ١٩١٠

و ٨ر١ مليون برميل يوميا عام ١٩٢٠

و ٨ر٣ مليون برميل يوميا عام ١٩٣٠

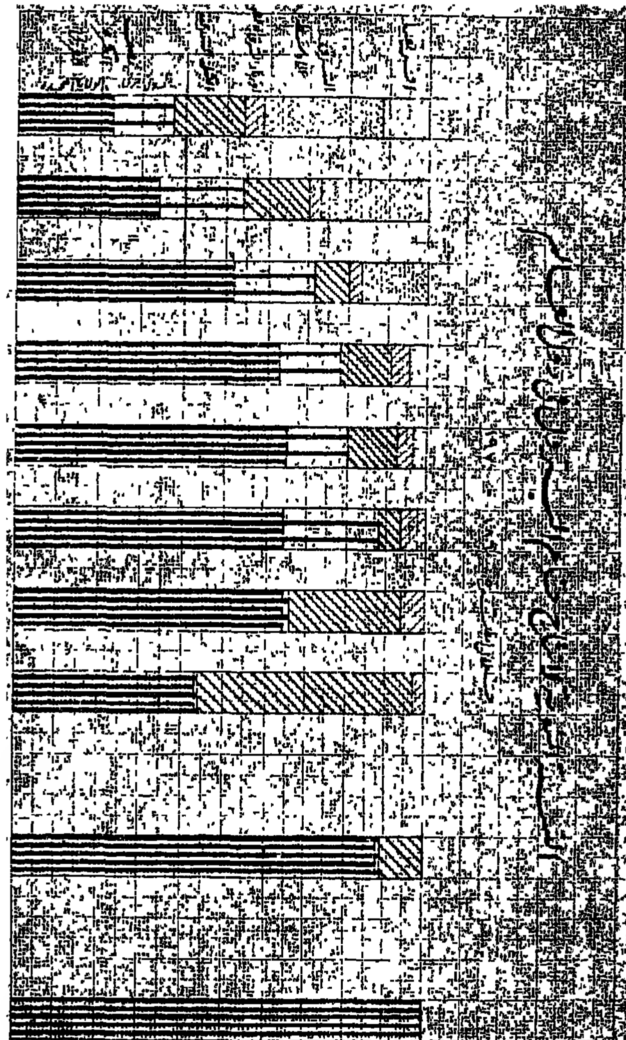
و ٨ر ٥مليون برميل يوميا عام ١٩٤٠

ثم قفز هذا التصاعد بعد انتهاء الحـرب العالمية الثانية الى : ــ

٤ر١٠ مليون برميل يوميا عام ١٩٥٠

٩ر٢٠ مليون برميل يوميا عام ١٩٦٠

ـــر٤٦ مليون برميل يوميا عام ١٩٧٠



رسم رقم ٣

ومنذ عام ١٨٦٠ حدثت تطورات كبيرة فى توزيع مناطق انتاج البترول (كما يتضح من الرسم رقم ٣) كان من أبرزها ما يأتى : ــ

أ ــ نصف الكرة الغربى كانت الولايات المتحدة الامريكية هى المنتج الأساسى للبترول فى نصف الكرة الغربى منذ بدء الصناعة فى عام ١٨٥٩ ، واحتفظت بهذا المستوى الى أن انتزعته منها روسيا التى استطاعت أن تنتج حوالى ٢ر٥٠٪ فى عام ١٩٠٠ ولكن ما لبثت الولايات المتحدة ان انتزعت ذلك ثانية من روسيا باكتشاف الحقول الغزيرة الانتاج بها فى أوائل القرن العشرين الذى أعاد الى نصف الكرة الغربى تفوقه فى انتاج البترول ، ثم ساعد على ذلك اكتشاف البترول بغزارة فى المكسيك التى انتجت فى عام ١٩٢٠ حوالى ٨ر٢٢٪ من انتاج العالم ، ثم لحقتها فنزويلا التى تصاعد انتاجها واستطاعت ان تنتج فى عام ١٩٥٠ حوالى ٤ر١٤٪ من انتاج العالم .

وبذلك استطاع نصف الكرة الغربى ان يتصدر مناطق الانتاج خلال المائة سنة الاولى حتى ١٩٦٠ ، ولكنه ما لبث ان فقد هذا المستوى خلال السنوات الماضية نتيجة لتصاعد انتاج الشرق الأوسط وافريقيا ودول الكتلة الشرقية ، ولذلك انخفض نسبة ما ينتجه نصف الكرة الغربى الى حوالى ٣ر٣٧٪ من الانتاج العالمى عام ١٩٧٠ .

ب ــ الشرق الأوسط بدأ الشرق الاوسط دوره فى انتاج البترول فى أوائل القرن العشرين ولكنه لم يصبح لانتاجه أهمية واضحة الا بعد الحرب العالمية الثانية فانتج حوالى ٩ر١٦٪ من انتاج العالم فى عام ١٩٥٠ وحوالى ٢٥٪ فى عام ١٩٦٠ وحوالى ٥ر٣٠٪ فى عام ١٩٧٠ .

جـ ــ الكتلة الشرقية وتدرج الانتاج فى دول الكتلة الشرقية منذ السنوات الاولى لبدء صناعة البترول فى العالم الى أن تصدرت روسيا الدول المنتجة للبترول فى عام ١٩٠٠ ولكن ما لبثت ان فقدت هذه الصدارة باكتشاف الحقول الجديدة فى امريكا ، ثم تعرضت حقول البترول فى روسيا الى تدمير اثناء الحرب العالمية الاولى ، ثم بدأ انتاج الكتلة الشرقية يرتفع تدريجيا خلال العشرين سنة الماضية الى أن بلغ حوالى ٨ر١٦ من الانتاج العالمى فى عام ١٩٧٠ .

د ــ افريقيا ظلت افريقيا مجهولة بتروليا طوال المائة سنة الماضية وكان معظم انتاجها من مصر الى أن تفجرت حقول البترول فى نيجيريا وليبيا والجزائر منذ حوالى خمسة عشر عاما فأصبح انتاج افريقيا يمثل حوالى ٧ر١١ من الانتاج العالمى فى عام ١٩٧٠ .

هـ ــ الشرق الأقصى برغم أن البترول قد ظهر فى هذه المنطقة منذ السنوات الاولى لصناعة البترول وكان يتراوح بين ٤ ــ ٥٪ من انتاج العالم فى أوائل القرن العشرين ، الا أن انتاج هذه المنطقة لم يتطور ، بل انخفض نسبيا واصبح لا يكون سوى ٢ر٢٪ من انتاج العالم فى عام ١٩٧٠ .

و ــ اوروبا الغربية ان اوروبا الغربية كانت ولا تزال على مر السنين اقل مناطق العالم انتاجا للبترول فلم يتجاوز انتاجها حوالى ٥ر٪ خلال السنوات الطويلة الماضية ، ثم ارتفع أخيرا الى ٥ر١٪ فى عام ١٩٧٠ رغم ما يبذل فيها من جهود كبيرة للكشف عن البترول .

• • •

موارد البترول الحالية والمتوقعة

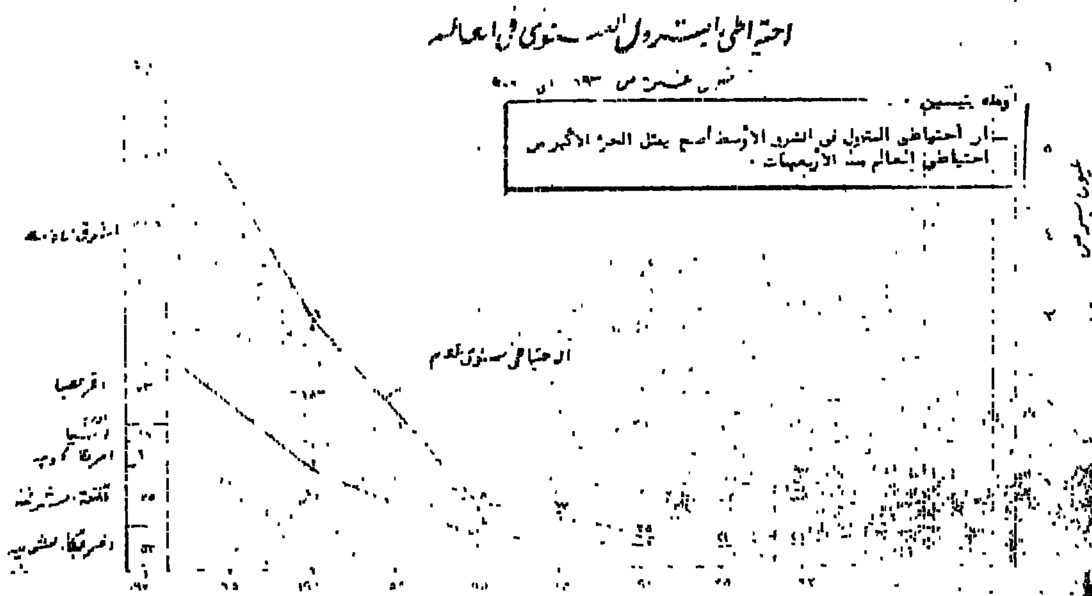
من المقدر ان اجمالى كميات البترول التي يمكن استخراجها من طبقات الأرض تبلغ حوالى ٢٠٠٠ بليون برميل يوميا : ـ

● انتج واستهلك منها العالم حتى الآن ٢٧٥ بليون برميل منذ عام ١٨٦٠ .

● ويوجد منها حوالى ٦٠٠ بليون برميل كمخزون فى الحقول التى تم اكتشافها وهى الكمية الثابت وجودها والتى يمكن استخراجها اقتصاديا .

● ومن المقدر انه من الممكن اكتشاف ما بين ٧٦٠ الى ١٠٧٠ بليون برميل اخرى فى المناطق التى لم تستكشف بعد وخاصة فى المناطق المغمورة بالمياه .

رصيد البترول فى العالم حاليا يوجد فى العالم الآن حوالى ٦٠٠ بليون برميل وهى كمية البترول التى يمكن استخراجها من حقول البترول المكتشفة بالطرق المتعارف عليها . ومعظم هذه الكمية موجود فى دول البترول بالشرق الأوسط . ويوضح الرسم البيانى المرفق (رسم ٤) كيف تطور رصيد البترول فى العالم خلال الأربعين سنة الماضية . فلم يكن هذا الرصيد يتجاوز ٨٠ بليون برميل فى عام ١٩٥٠ ثم بلغ ٣٠٠ بليون برميل فى عام ١٩٦٠ ثم بلغ حوالى ٦٠٠ بليون برميل عام ١٩٧٠ . ومنذ الخمسينات بدأ الشرق الاوسط يكون جزءا كبيرا من رصيد البترول فى العالم . فقد بلغ حوالى ٤٠ بليون برميل من اجمالى ٨٠ بليون فى العالم . ثم أصبح ١٨٣ بليون برميل من

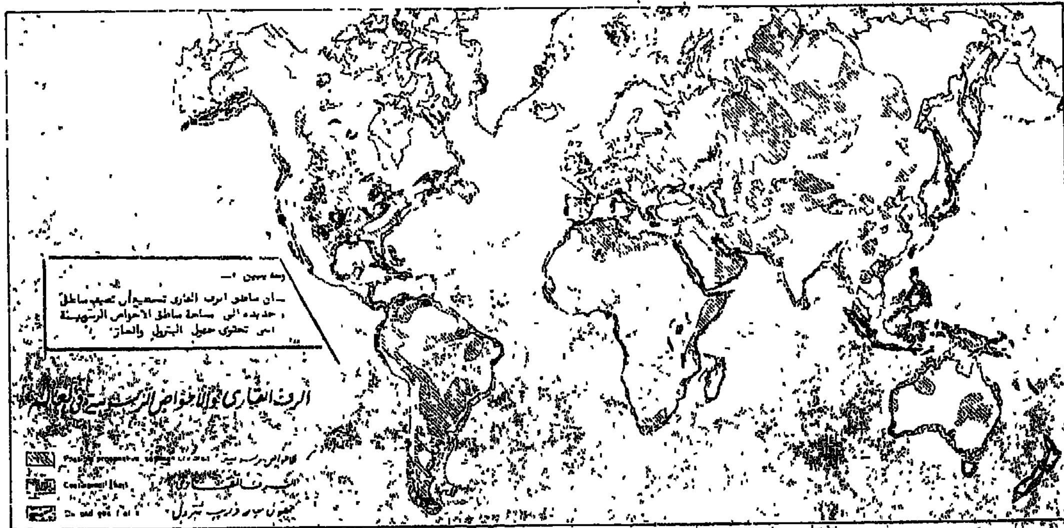


رسم رقم ٤

اجمالى ٣٠٠ برميل عام ١٩٦٠ ثم بلغ ٣٣٥ بليون برميل من اجمالى حوالى ٦٠٠ بليون برميل فى العالم عام ١٩٧٠ .

البترول المتوقع اكتشافه قد يبدو لأول وهلة أن رصيد البترول المؤكد وجوده وهو ٦٠٠ بليون برميل رقم كبير نسبيا بالنسبة للكمية التى استنفذها العالم خلال ١١٠ سنة الماضية وهى ٢٧٥ بليون برميل . ولكن الواقع ان العالم بمعدل الاستهلاك الحالى الذى يتضاعف كل عشر سنوات يستطيع أن يستهلك هذه الكمية خلال عشرين سنة ما لم يحاول العالم الاقتصاد فى استهلاك البترول ، وما لم تتجه صناعة البترول الى اكتشاف المزيد منه فى المناطق القطبية والمناطق المغمورة بمياه البحار والمحيطات .

ولا شك أن البترول الذى تم اكتشافه حتى الآن هو الأسهل أو الأقرب منالا والموجود فى مناطق يمكن الوصول اليها بسهولة — ولكن هناك مناطق لم يرتادها الباحثون بعد لصعوبة وارتفاع تكلفة العمل بها كالمناطق القطبية وبحر الشمال . وأهم من ذلك شواطىء المحيطات والمناطق العميقة المغمورة بالمياه . فمن المقدر مثلا أن رصيد البترول الموجود فى المناطق المغمورة بمياه البحار والمحيطات يساوى رصيد البترول فى المناطق التى لا تغطيها مياه البحار . ولكن رصيد البترول فى المناطق المغمورة لا يتجاوز الآن ١١٥ بليون برميل أى حوالى ١٩٪ من رصيد البترول فى العالم . وذلك بسبب صعوبة وارتفاع تكلفة الكشف عن البترول فى المناطق المغمورة ، ولكن عمليات البحث تتجه الآن نحو هذه المناطق بعد تطور أساليب التنقيب والحفر فى المياه العميقة ، وبعد أن أصبحت اقتصادياتها مناسبة على أثر ارتفاع أسعار البترول . كل ذلك سوف يؤدى لاكتشاف المزيد من البترول فى هذه المناطق ، وهذا ما يتوقعه الباحثون عن البترول ويتطلعون الى هذه المناطق كمصدر أساسى للبترول الذى لم يكتشف بعد . وتوضح الخريطة المرفقة (رقم ٥) توزيع هذه المناطق فى العالم . وهى تحيط بشواطىء القارات الخمس وتشمل البحار القليلة العمق نسبيا ، كالبحر الأبيض المتوسط وبحر الشمال وبحر اليابان والبحر الأحمر والبحر الأسود .



رسم رقم ٥

ومن دراسة قامت بها هيئة الأمم المتحدةعن امكانات قاع البحر من موارد معدنية يتبين ان شواطىء القارات التى تعرف باسم الحدالقارى ــ Continental Margin يتكون من ثلاثة اجزاء هى : ــ

٢ ــ المنحدر القاري (Continental Shelf) وهى المنطقة الممتدة بين حد الأمواج الى بدء المنحدر القارى ، ويتراوح عرضها من عشرة الىبضعة مئات من الأميال وعمقها من ٢٠ الى ٦٥٠ مترا بمتوسط قدره ١٣٠ مترا . وتشمل أيضابحار ــ بحر الشمال والادريانيك وبحر شرق الصين وغيرها .

٢ ــ المنحدر القاري (Continental Slope) وهى المنطقة القليلة الانحدار والتى تفصل بين المنحدر القارى وقاع المحيطات ، وتكون معظم الشاطىء الشرقى لامريكا الشمالية والجنوبية وبحر العرب وخليج البنغال وشرق افريقيا وجزءاكبيرا من غرب افريقيا .

وتدل الدراسة على أن الطبقات المغمورةبالمياه والتى هى تحت الرف القارى والجزء الاعلى من المنحدر القارى والتىتمتد حتى ٦٠٠ أو ١٠٠٠ متر عمقا ، ذات احتمالات بترولية كبيرة كما انها فى متناول أجهزة الحفر أيضا .

٣ ــ ويدخل فى اطار المناطق البحرية ذاتالاحتمالات البترولية أيضا المناطق التى يغطيها البحر الابيض المتوسط والبحر الأحمر والبحرالاسود وبحر اليابان .

بترول بحر الشمال ويعتبر بحر الشمال منامثلة المناطق المغمورة بالمياه التى لقيت اهتماما فاعطت نتائج بترولية ايجابية . فبحر الشمال هوجزء من الرف القارى لأوروبا الذى يمتد فى هذه المنطقة ويغطي مساحة كبيرة ، ونتيجة لعمليات الكشف والحفر أمكن اكتشاف عدة حقول للغاز ولزيت البترول .

فمن الغاز أمكن اثبات وجود حوالى ٢٣ الف بليون قدم مكعب بالاضافة الى حوالى ١٤ أخرى متوقعة .

ومن زيت البترول أمكن اكتشاف عدد كبيرمن الحقول بدأ الانتاج من بعضها ويجرى اعداد بعضها للانتاج ويقدر اجمالى رصيد البترول الذىيمكن استخراجه منها ما بين ١٤ ــ ٢٠ بليون برميل فى المياه الانجليزية والنرويجية .

ولكن اكتشاف هذه الكميات من الغاز وزيتالبترول قد استلزم انفاق أموالطائلة تبلغأضعاف ما ينفق فى المناطق الأرضية .

• • •

الموارد البديلة للبترول

وقبل ان ينجح الانسان فى استخراج البترول الطبيعى من باطن الأرض بحفر الآبار كانت هناك جهود عديدة تبذل للاستفادة من الفحم والطفلة البترولية Oil Shale لاستخراج زيت الاضاءة ، ولكن هذه الجهود اخذت تتراخىتدريجيا مع تدفق البترول الطبيعى بغزارة من الحقول فلم يعد هناك مبرر لتحمل العناءوالتكاليفالباهظة لاستخراج الوقود من الفحم أو الطفلة

البترولية . ولكن يبدو أن التاريخ يعيد نفسه الآن فيعود الانسان ليهتم ثانية بهذه الموارد لانتاج البترول الصناعى كبديل للبترول الطبيعى بعد أن بدات دلائل عدم كفاية احتياطى البترول وارتفاع اسعاره .

ويستخرج البترول الصناعي من : ــ

١ ــ الفحم .

٢ ــ الرمال البترولية ــ Tar Sands

٣ ــ الطفلة البترولية ــ Oil Shale

والفحم يوجد بكميات هائلة فى العالم تبلغ حوالى ٩٠٠٠ بليون طن ، بعضها مؤكد وبعضها متوقع . ومعظم هذه الكميات يوجد فى الاتحاد السوفييتى والولايات المتحدة والصين حيث يوجد حوالي ٨٠٠٠ بليون طن والباقي وهو ١٠٠٠ بليون طن فى بقية ارجاء العالم . وهناك طرق متعددة لتحويل الفحم الى زيت البترول ولكنها لا تزال فى مرحلة التجارب المتوسطة الحجم ومنها أيضا تحويل الفحم الى غاز .

أما الرمال البترولية Tar Sands وهي عبارة عن طبقات رملية مشبعة بمادة بترولية واشهرها ما يوجد فى اتا باسكا بكندا ــ وتوجد غالبية هذه الرمال فى نصف الكرة الغربي وبصفة خاصة فى كندا وفنزويلا . وتقدر كميات البترول التى تحتويها هذه الرمال بحوالي ١٤٦٧ بليون برميل ولكن بعض هذه الرمال يمكن استخراجه بسهولة لوجوده بالقرب من سطح الارض والبعض يصعب استخراجه لوجوده على عمق ٢٠٠٠ الى ٣٠٠٠ قدم تحت السطح .

الموقع	**مايحتويه من بترول** (بليون برميل)	**عمقه فى باطن الارض**
كندا	٧٦٠	حتى ٢٠٠٠ قدم
فنزويلا	٧٠٠	حتى ٣٠٠٠ قدم
الولايات المتحدة	٢	حتى ٢٠٠٠ قدم
مالاجاس	٢	حتى ١٠٠٠ قدم
مناطق اخرى	٢	ـــــــ

وتقوم شركة صن أويل بتشغيل معمل لانتاج البترول من هذه الرمال بمعدل ٤٥ ألف برميل يوميا . وانتاج هذه الكمية يحتاج الى معالجة حوالي ١٠٠ الف طن من الرمال يوميا يجرى استخراجها من تحت سطح الارض الى عمق ١٠٠ قدم بأساليب التنجيم العادية ، ثم تنقل هذه الرمال الى اجهزة خاصة لمعالجتها بالمياه الساخنة والبخار والكيماويات فتنتج مادة بترولية تشبه البترول العادى . وقد بلغت تكلفة هذه الوحدة حوالي ٢٤٠ مليون دولار ، وهذا ما يوازي اضعاف ما يتكلفه حقل بترول ينتج هذه الكمية من البترول .

وأخيرا فان الطفلة البترولية Oil Shale عبارة عن صخور طينية تحتوى على مادة بترولية وتوجد بصفة خاصة في الولايات المتحدة والاتحادالسوفييتي والصين والبرازيل . ويقدر ما تحتويه هذه الصخور من البترول بحوالي ٦٨٥٠بليون برميل . ولكن لا يمكن استخراج الا قدر قليل من هذه الكمية لما يحتاجه ذلك من معالجةالصخور بتسخينها الى درجة ٧٠٠ درجة فرنهيت حتى تتحلل المادة البترولية (كيروجين)منتجة نوعا من الزيت الخفيف . ويتراوح ما ينتجه الطن الواحد من الصخور ما بين١٠ ــ١٠٠جالون من الزيت . ويوجد الجزء الاكبر من هذه الصخور فى الولايات المتحدة الامريكية وبالذاتفى ولايات كولورادو ويوتاه ويومنج . ويقدر أنه يمكن استخراج حوالى ٨٧٠ بليون برميل منها ؛اى ضعف كمية البترول المخزونةفيحقول الشرق الاوسط وافريقيا . ولكن عملية استخراج هذاالبترول معقدة ومرتفعة التكلفة وهناك محاولات لاستخدام التفجيرات الذرية للمعاونةفياستخراجالبترول المختزن فى هذه الصخور . والمشروع الوحيد الجارى الاعداد له لانتاج البترول منهذه الصخور سيقام فى البرازيل لانتاج ٥٨ الف برميل يوميا .

وتعتبر الرمال المشبعة بالبترول Tar Sands أسهل الموارد استغلالا لانتاج البترول الصناعي تليها الطفلة البترولية ثم الفحم. ولذلكفمن المقدر أن يبلغ انتاج البترول الصناعى الذى سيستخرج فى عام ١٩٨٥ على الوجه التالي : ــ

حوالي ٢ر١ مليون برميل يوميا من الرمالالمشبعة بالبترول .

من ١٠٠ ــ ٤٠٠ الف برميل يوميا منالطفلة البترولية .

حوالي ٨٠ الف برميل يوميا من الفحم .

ولكنه لا شك أن ارتفاع أسعار البترولمنذاكتوبر الماضى وما عرضت له الدول الصناعية المستهلكة للبترول من خفض أو منع البترولعنهاسوف يدفعها الى بذل جهد مضاعف فى تنمية هذه الموارد .

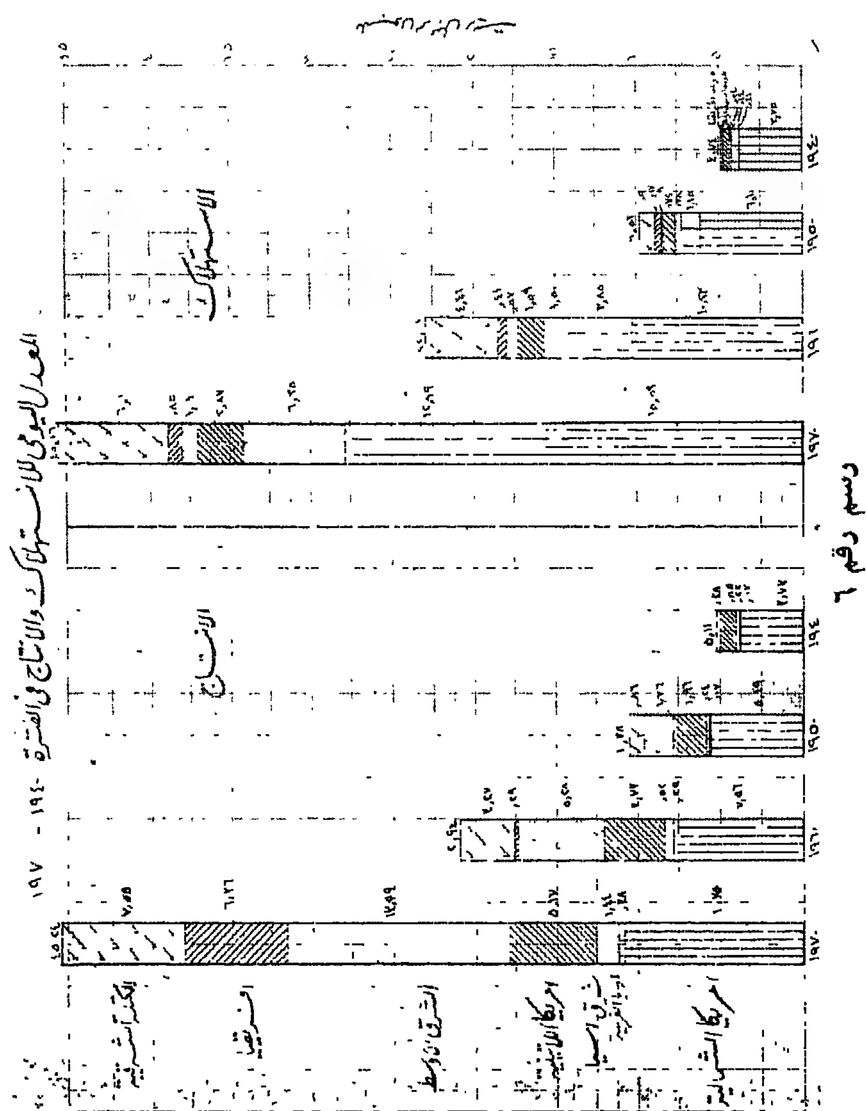


مناطق انتاج واستهلاك البترول

بلغ استهلاك العالم فى عام ١٩٧٣ حوالي ٥٦مليون برميل يوميا من زيت البترول بخلاف الغازات الطبيعية. وخلال الثلاثين سنة الماضية،تضاعف استهلاك البترول مرة كل عشر سنوات على مستوى العالم . ولكن الدول تتفاوت فيمعدل استلاكها للبترول تبعا لما تستهلكهمن موارد الطاقة الاخرى كالفحم والغاز والقوى المائية ،وذلك تبعا لمستوى تطورها الحضاري والصناعي بصفة خاصة . ويمكن تقسيم العالم الىمجموعات من الدول كما يوضح الرسم رقم ٦ ــ وهذه المجموعات هي : ــ

١ ــ امريكا الشمالية : وتشمل كنداوالولايات المتحدة الامريكية .

وهي من أكثر مناطق انتاج واستهلاكالبترول فى العالم . فقد كانت الولايات المتحدة


المعدل اليومي للاستهلاك والانتاج في الفترة ١٩٤٠ - ١٩٧٠
الاستهلاك
الانتاج

رسم رقم ٦

دولة مصدرة للبترول حتى عام ١٩٤٨ . وبعـدذلك أصبحت تكاد تكفي حاجتها ، ثم **بدأت بعد** ذلك تستورد البترول لتستكمل **حاجة استهلاكها**المتزايد منه ، وخاصة بعد أن بدأ انتاجها المحلي يتناقص ابتداء من ١٩٧٠ **ومعنى هذا أن الولايات**المتحدة تحولت من **مجموعة الدول المصــدرة** للبترول الى مجموعة الدول المستوردة للبترول. ولكن يبدو أن هذه المرحلة هي مجـرد مرحلـة مؤقتة لان لدى أمريكا الشمالية مواردمن البترول والفحم والطفلة والرمال البترولية كفيلة بأن تعيد اليها مكانتها البترولية السابقة .

٢ ــ **أوربا الغربية** وتشمل مجموعة دول غرب أوربا . وهى **ثاني منطقة تستهلك البترول في العالم بعد** منطقة امريكا الشمالية . وبرغم أن دول غرب أوربا تنتج البترول من وقت طويل ، الا ان انتاجها كان ولا يزال **يقل** كثيرا عن حاجة هذه الدول من البترول ، بل ان الفجوة بين معدل ما تنتجه من البترول ومعدل الزيادة السنويـة في الاستهلاك تتزايد عاما بعد عام . ويبدو أنهـا سوف تستمر على هذا الحال برغـم اكتشـاف غازات وبترول بحر الشمال الذى لا يغطي جزءا صغيرا فقط من استهلاك أوربا الغربيـة مـن البترول .

٣ ــ **شرقي آسيا :** وتشمل مجموعة دول شرقي آسيا واستراليا . **وهي في مجموعها منطقة تستهلك من البترول أكثر مما تنتج** ، لانها تضم اليابان واستراليا والهند وبقية دول شرق آسيا التى تستهلك كميات كبيرة من البترول . وتضم هذه المنطقة اندونيسيا التى تنتج من البترول أكثر من استهلاكها وبالتالي تصدر معظم انتاجها الى الدول المجاورة وخاصة اليابان .

٤ ــ **امريكا اللاتينية** وتضم دول امريكـا الجنوبية **وهي في مجموعها دول تنتج من البترول أكثر مما تستهلك** وبالتالي فهي من مناطق تصدير البترول . فهي دول مصدرة للبترول وفي مقدمتها فنزويلا ومنها أيضا ترينداد وكولومبيا . وبقية دول هذه المنطقة تنتج أيضا البترول ولكـن مـا تنتجه لا يكفي استهلاكها ، لذلك تستورد بعض البترول لاستكمال حاجتها ومن ذلك البرازيـل والمكسيك والارجنتين .

٥ ــ **الشرق الاوسط** تشمل دول الخليج العربى كما تشمل تركيا وسوريا . **وهي اكثر منطقة منتجة ومصدرة للبترول** ، لان ما تستهلكه دول هذه المنطقة من البترول لا يمثـل الا جزءا ضئيلا جدا من انتاجها .

٦ ــ **افريقيا** تشمل دول القارة الافريقية ، **وهي منطقة تعتبر الآن من مناطق تصدير البترول بعد** ظهور بترول ليبيـا والجزائر ونيجيريا . وكانت عام ١٩٦٠ منطقة يزيد فيهـا استهـلاك البترول عن انتاجه .

٧ ــ **الكتلة الشرقية** وتضم الصين والاتحاد السوفييتي ودول شرقي أوربا . **وهي منطقـة تنتج البترول بكمية تزيـد قليـلا عن حاجـة استهلاكها** المحلي ولذلك تصدر القليل من انتاجها الذى يفيض عن حاجتها .

ملخص انتاج واستهلاك البترول فى العالم١٩٧٢ ــ بمليون برميل يوميا

	أنتجت	واستهلكت	فاستوردت	أو صدرت
امريكا الشمالية	١٣ر٣٧٩	١٨ر٥٧٧	٥ر١٩٨	
أوربا الغربية	ــر٤٦٤	١٣ر٢٥٣	١٢ر٧٨٩	
شرق آسيا	١ر٨٨٣	٦ر٩٤٨	٥ر٠٦٥	
امريكا اللاتينية	٤ر٤٧٧	٢ر٨٠٣		١ر٦٧٤
الشرق الاوسط	١٨ر٤١٤	ــر٩٠٦		١٧ر٥٠٨
افريقيا	٥ر٧٢١	١ر٣٤٠		٤ر٣٨١
الكتلة الشرقية	٨ر٨٨٣	٨ر٣٦٨		ــر٥١٥
المجموع	٥٣ر٢٢١	٥٢ر١٩٥	٢٣ر٠٥٢	٢٤ر٠٣٣

ومعنى هذا أن الكمية التى تتحرك فى الاسواق تبلغ حوالي ٢٤ مليون برميل يوميا .

● ● ●

ثالثا : البترول ومشكلة الطاقة

يسهد العالم **اندفاعا شديدا نحو استهلاك البترول** وتتنافس الدول الصناعية الكبرى على استيراد البترول بكميات تزيد عاما بعد عام ، ولم يعد ذلك التهافت على الاستهلاك قاصرا على اليابان وأوروبا التى تفتقر الى موارد الطاقة ، بل امتــدايضا الى الولايات المتحدة الامريكية التى برغم ما لديها من موارد عديدة للطاقة ، الا أنها اندفعت هي الاخرى نحو استيراد البترول بكميات متزايدة .

فأوروبا الغربية بلغ استهلاكها من البترول عام ١٩٧٠ حوالي ١٢ مليون برميل انتجت منهــا محليا حوالي ٣ر ــ مليون فقط والباقي استوردته من الخارج . ويقدر أن مبلغ استهلاكها فى عام ١٩٨٥ سيكون ٢٥ مليون برميل يوميا ينتج منها محليا حوالي ٤ر٥ مليون برميل والباقي وهــو ٥ر٢٠ مليون برميل عليها ان تستورده من الخارج .

واليابان يرتفع استهلاكها من البترول من ٤ مليون برميل يوميا عام ١٩٧٠ الى ٧ر١٠ مليــون برميل يوميا عام ١٩٨٥ . ومن المفروض ان تستورد كل هذه الكمية من الخارج .

والولايات المتحدة الامريكية بلغ استهلاكها عام ١٩٧٠ حوالى ١٥ مليون برميل يوميا ، ولكنها انتجت من ذلك حوالي ١١ مليون برميل يوميا ، واستوردت الباقي وقدره ٤ مليون برميل يوميا . ويقدر أن يرتفع استهلاكها عــام ١٩٨٥ الى ٣٠ مليون برميل يوميا . ولكن بسبب انخفاض انتاجها فانها سوف تستورد حوالي ٢٠ مليون برميل يوميا . . ونظرا للتناقص المتوقع لانتاج البترول فى فنزويلا

التى تعطى الولايات المتحدة الامريكية معظم حاجتها من البترول ، لذلك تتجه امريكا الى الشرق الاوسط للحصول على حاجتها .

ونتيجة لذلك يتعرض رصيد البترول المخزون فى العالم والذى يبلغ حوالي ٦٠٠ بليون برميل للاستنفاد السريع لان هذه الكمية لا تحتمل سرعة الاستهلاك الذى يتضاعف كل عشر سنوات، ما لم يتم اكتشاف حقول جديدة تضاف الى رصيد البترول الثابت .

ونتيجة لذلك أيضا يشهد العالم من ناحية أخرى نقصا فى الطاقة الانتاجية الفائضة لحقول البترول . فانتاج حقول البترول يكاد يعادل حاجة الاستهلاك العالمي المتزايد بفرق ضئيل جدا وهو وضع لم يواجهه العالم من قبل . فقد كانت مناطق الانتاج تحتفظ دائما بطاقة انتاجية فائضة تطلقها عند اللزوم فى وقت الازمات .

ففي أكتوبر ١٩٥١ ـ أثناء ازمة تأميم البترول الايرانى ، توقف انتاج ايران وهو يمثل ٧٪ من انتاج العالم من الخام، ٢٧٪ من المنتجات البترولية اللازمة للعالم الغربي (١٥٠ الف برميل خام و ٥٠٠ ألف برميل منتجات بترولية يوميا) . ولكن بوجود الطاقة الانتاجية الفائضة فى امريكا وفنزويلا ودول الخليج العربى أمكن تعويض النقص .

وفى أكتوبر ١٩٥٦ ـ عند اغلاق قناة السويس والانابيب . فقدت اوربا الغربية ٣٠٪ من البترول الذى يصلها فى نوفمبر ١٩٥٦ . ولكن بوجود فائض طاقة انتاجية فى امريكا (التى رفعت صادراتها لاوربا من ٥٠ الى ٥٠٠ الف برميل يوميا) وفنزويلا (التى رفعت انتاجها من ٦٧٠ الى ٨٤٠ ألف برميل يوميا) أمكن تعويض النقص .

ولكن فى اكتوبر ١٩٧٣ ـ عندما انقصت الدول العربية انتاجها ٢٥٪ وهو ما يوازي ٥ مليون برميل تعذر تعويض هذا النقص لعدم وجود فائض طاقة انتاجية بهذا المقدار . فايران ونيجيريا واندونيسيا وفنزويلا مثلا لم تستطع أن تزيد انتاجها لتغطية هذا النقص . وكذلك امريكا لم يكن لديها ما يكفي لتعويض هذا النقص وخصوصا بعد منع البترول عنها الذى بلغ حوالي ٣ مليون برميل يوميا .

وعدم وجود هذه الطاقة الانتاجية الفائضة له اسباب عديدة نجملها فيما يلى :

أولا ـ انخفاض أسعار البترول ـ منذ بدأ انتاج البترول فى الشرق الاوسط ، تعرضت أسعاره لضغط شديد لخفض أسعاره . أولا بتقييد أسعاره بسعر البترول الامريكي فى خليج المكسيك ثم ثانيا بتحديد أسعاره وفق مصالح المستهلكين فى أوروبا . وبذلك ظل سعر البترول فى الشرق الاوسط يقل أو يزيد قليلا على دولارين للبرميل . وظل على هذا المستوى حتى اوائل السبعينات عندما بدأت أزمة النقد العالمي، فارتفع قليلا عن هذا المستوى حتى بلغ حوالي ٣ دولارات للبرميل فى اكتوبر ١٩٧٣ . وفى منتصف اكتوبر ١٩٧٣ اتخذت الدول المنتجة للبترول قرارها الهام برفع أسعار البترول ، فارتفعت أسعاره تدريجيا الى أن وصل قيمته الحالية وهي حوالي ١١ر٦

دولار للبرميل من البترول العربي الخفيف (جدول رقم ١) . **وقد ترتب على انخفاض سعر البترول طوال السنوات الماضية نتائج عديدة منها : ــ**

(جدول رقم ١)
تطور أسعار البترول فى الشرق الأوسط ممثلا فى سعر البترول العربى الخفيف من درجة ٣٤ فوب رأس تنورة بالخليج العربى

السنوات	السعـــر
متوسط الفتره من ١٩١٣ ــ ١٩٤٧	١ر٣٣ دولار
١٩٥٠	١ر٧٢
سبتمبر ١٩٥٦	١ر٩٣
يوليـــه ١٩٥٧	٣ر٠٨
فبراير ١٩٥٩	١ر٩٩
سبتمبر ١٩٦٠	١ر٨٠
فبراير ١٩٧١	٢ر١٨
يونـــه ١٩٧١	٢ر٢٨
يناير ١٩٧٢	٢ر٤٧
يناير ١٩٧٣	٢ر٥٩
ابريـل ١٩٧٣	٢ر٧٤
يونيـــه ١٩٧٣	٢ر٨٩
يوليـــة ١٩٧٣	٢ر٩٥
اغسطس ١٩٧٢	٣ر٠٠
اكتوبر ١٩٧٣	٥ر١١
نوفمبـر ١٩٧٣	٥ر١٧
ينايـر ١٩٧٤	١١ر٦٥

أ ــ **الاندفاع فى استهلاك البترول** وخاصةفى امريكا التى يبلغ متوسط استهلاك الفرد فيها ١١ طن سنويا مقابل ٥ ــ ٦ طن فى أوروبا ومقابلما منوسطه ٣ طن للفرد فى العالم ، ويتمثل ذلك فى الاندفاع باستخدام السيارات الخاصـــة التىتستهلك البنزين بشراهة بحيث اصبحت الوسيلة الاساسية للانتقال بدلا من وسائل النقل الجماعيةكالاتوبيسات والقطارات وما يترتب على ذلك من ارتفاع استهلاك الفرد /كيلو متر الذى يبلغفى حالةالسيارة الخاصة أربعة أمثال استهلاك الفرد/كيلو

متر فى حالة استخدام الاتوبيس ، ويساوى ٥ر٢مرة استهلاك الفرد/كيلو متر فى حالة استخدام القطار . ويتضح هذا الاسراف بأكثر من ذلك فىنقل المهمات كما يتبين من الجدول الاتي : ــ

متوسط استهلاك الطاقة فى عمليات النقل فى الولايات المتحدة	الوحدة الحرارية للراكب/كيلو متر
نقل الركاب بين المدن	
الاتوبيس	١٠٩٠
القطار	١٧٠٠
السيارة	٤٢٥٠
الطائرة	٩٧٠٠
نقل الركاب داخل المدن	
الانوبيس	١٢٤٠
السيارة	٥٠٦٠
نقل البضائع بين المدن	
	(الوحدة الحرارية للطن/كيلو متر)
خطوط الانابيب	٤٥٠
النقل المائي	٥٤٠
القطـار	٦٨٠
اللوري	٢٣٤٠
الطائرات	٣٧٠٠٠

ويتمثل هذا الاسراف أيضا **فى عدم الاهتمام بالمواد العازلة فى بناء المساكن والمكاتب** ، نظرا لان تكلفة هذه المواد العازلة أكبر من تكلفة ما يضيع من الوقود اللازم لتدفئة أو تبريد هذه المساكن .

(ب) عدم اهتمام الشركات فى البحث عن البترول فى المناطق النائية او المناطق المغمورة بالمياه نظرا لارتفاع تكاليف عملية البحث بها . الامر الذى يجعل الشركات تتجنب العمل بها رغم وجود دلائل كبيرة ولكنها تزيد كمية البترول التى يمكن أوضحت ذلك فيما سبق .

وكذلك عدم اهتمام الشركات بتنمية الحقول القليلة الانتاج والتى يوجد منها الكثير فى امريكا باعتبارها ضئيلة الانتاج وأن انتاجها الضئيل لايحقق للشركات عائدات اقتصادية مجزية تشجعها على الاستغلال . وذلك بالاضافة الى عدم اهتمام الشركات باجراء عمليات الاستخلاص الثانوية فى حقول البترول القديمة أو اجراء عمليات الاستخلاص . فمن المعروف ان حقول البترول لا تنتج فى العادة سوى ٣٠ ــ ٤٠٪ من البترول المخزون بها . وأن زيادة هذه النسبة تحتاج الى حقن المياه او الغازات فى هذه الحقول لدفع البترول الى سطح الارض وهي عملية تحتاج الى استثمارات كبيرة ولكنها تزيد كمية البترول التى يمكن استخدامها من هذه الحقول . فمن المقدر مثلا أن عمليات الاستخلاص الثانوية تستطيع أن تضيف الى الرصيد الموجود حاليا فى امريكا مثلا حوالي ٥٠ بليون برميل بالاضافة الى الرصيد الموجود حاليا فى امريكا وقدره ٣٦ بليون برميل الذى يمكن انتاجه بطرق الاستخلاص العادية .

ونتيجة لذلك أصبح مقدار ما يستهلكـــهالعالم سنويا من البترول يزيد فى السنوات الثلاث الاخيرة على مقدار الزيادة فى رصيد البترول خلالهذه الفترة .

جـ ــ عدم اهتمام الشركات بالبحث عن موارد بديلة للبترول كانتاج البترول الصـناعى من الفحم والرمال والطفلة البترولية رغم ما نستطيعأن تعطيه هذه الموارد الطبيعية من كميات هائلة من الطاقة ، ولكن نظرا لارتفاع تكلفة استخراجها فانالشركات تتجنبها طالما بقيت أسـعار البتـرول منخفضة .

ثانيا ــ المبالغة فى حماية البيئة ــ نتيجـةللاهتمام بعدم تلوث الهواء والمياه فقد أصـدرت الحكومات قوانين تمنع استخدام كثير من مواردالطاقة ومنها امريكا التى اصدرت فى عام ١٩٧٠ قانوناً يمنع استخدام الوقود الذى يحتوى على١ ٪ كبريت ، مما يترتب عليه عدم حرق كميات كبيرة من الفحم التى تقدر بحوالى ٣٠٠ ــ ٤٠٠مليون طن فى عام ١٩٧٥ . وهـذا يعنى ضروره تعويضها بحوالى ٤ر٥ مليـون برميـل يوميـا منالزيت . وكذلك يؤدى هذا القانـون الى تقييد استخدام البترول الذى يحتوى على نسـبة منالكبريت (وهو النوع الغالب وجوده فى العالم) قبل معالجة هذا الخام لاستخلاص الكبريت منه. وقد أثرت قوانين البيئة أيضا على تأخير استخدام الطاقة الذرية فى امريكا مما يؤدى الى زيادةاحتياجامريكا لحوالى ٢ مليون برميل يوميا لتعويض هذا التأخير فى استخدام الطاقة الذرية .



علاج مشكله الطاقه

على هذا فان العلاج الأساسى لمشكلة الطاقةهو العمل على ايجاد طاقة فائضة سواء بالكشف عن موارد بترولية جديدة وتطوير موارد جديدةللبترول والحد من الاسرافقى استخدام البترول. لذلك كان رفع اسعار البترول الذى أقدمت عليهدول منظمة الأوبك أخـيرا عـلاجا مؤثرا لازاله مشكلة الطاقة . ولكن هذا العلاج له فى ذاتالوقتردود فعل أخرى قاسية منها : ــ

١ ــ تأثيرها على الـدول الصــناعيه التىتعتمد على البترول كمورد أساسى للطاقة فى الوقت الحاضر وما يترتب عليه من رفع تكلفة انتاجهـاالصناعى وبالتالى رفع أسعار المنتجات الصناعية الذى يضر بالاقتصاد العالمي .

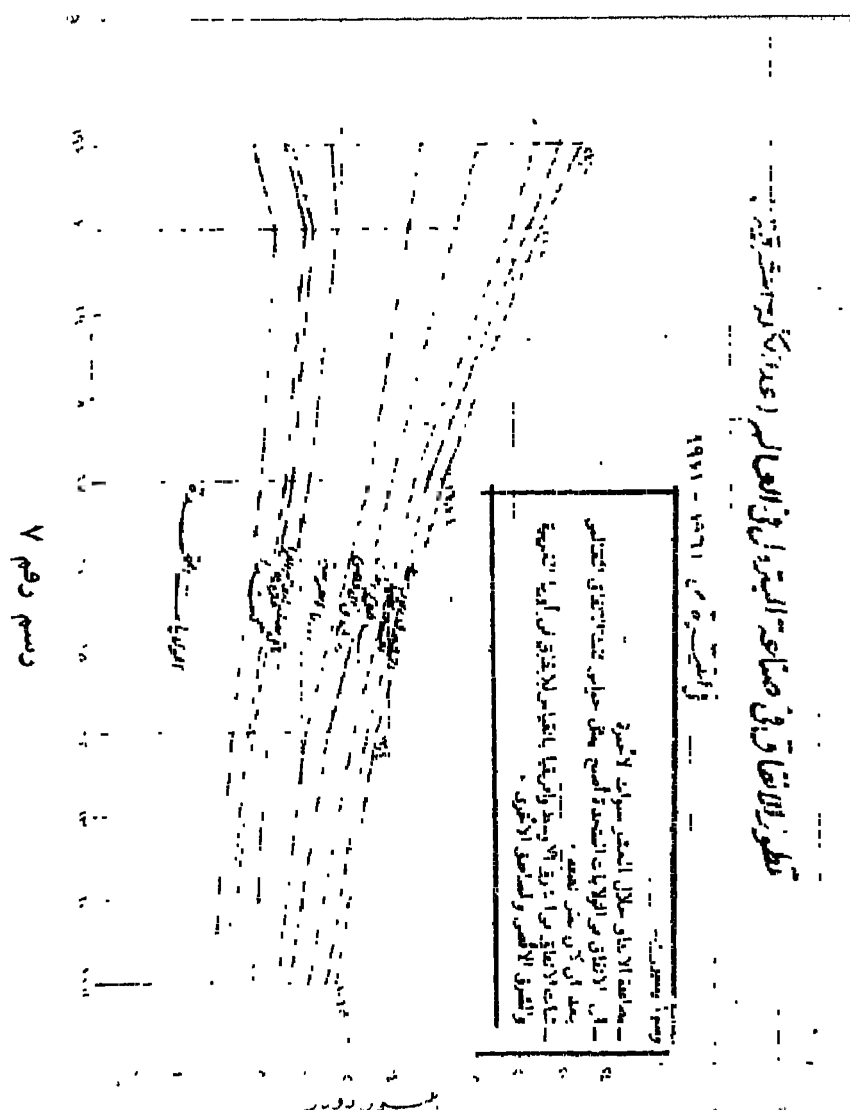
٢ ــ تأثيرها على الدول النامية التى لا تصدرالبترول بل تستورده كما تستورد أيضا المنتجات الصناعية باسعارها المرتفعه .

ومن ثم تظهر الحاجـة الآن الى تنسـيقأسعار البترول وأسعار المنتجات الصـناعية من ناحية ، والى علاج ما يترتب على رفع أسعار هذهالمواد بالنسبة للدول الناميـة لكى لا يؤدى رفع أسعار البترول الى تفاقم مشكلة التضخم العالمىوالى اضعاف قدرة الدول النامية .

وليس من شك فى ان العلاج السريع لمشكلةالطاقة يكمن فى سرعة زيادة أرصـدة البترول ، وهذا ما يثير موضوع تكلفة انتاج البترول واعدادهللمستهلك . فصناعة البترول تحتاج الى انفاق أموال طائلة حتى نستطيع ان تواصل البحث عنهذه الموارد وتقوم باعداد حقولها للانتاج ، وتقوم أيضا بالعمليات اللازمة لنقل وتكرير وتصـنيعالبترول وتسويقه حتى يصل الى المستهلك . وقد بلغ ما تحملته صناعة البترول فى العالم (باستثناءالكتلة الشرقيه) حوالى ٢٢٣ بليون دولار حتى

نهاية ١٩٧١ ، منها حوالى ١٠١ بليون فقط فىالولايات المتحدة الامريكية . وقد بلغ ما انفقه الصناعة مثلا فى عام ١٩٧١ حوالى ٢٣ بليون دولار ، انفق منها حوالى ٨ بليون فى الولايات المتحدة بمفردها ، والباقي فى بقية دول العالم باستثناء الكتلة الشرقية . ومما يلاحظ ان ما تنفقه صناعة البترول يتضاعف بسرعة ، فما انفقته الصناعة فى عام ١٩٧١ يبلغ ضعف ما انفق منذ عشر سنوات أى فى ١٩٦١ . (رسم رقم ٧) .

ومن هذا يتبين ضخامة الاموال التى تحتاجها صناعة البترول للمحافظة على تدفق هذه الطاقة . وقياسا على هذا فمن المقدر ان العالم سوف يحتاج خلال الخمس عشرة سنة القادمة الى انفاق يبلغ حوالى ١٠٠٠ بليون دولار ، وذلك حسب تقدير بنك تشيز مانهاتن . ولعل هذه هى أهم المشاكل التى تواجهها صناعة البترول ، وهى كيفية تدبير هذه المبالغ الهائلة للمحافظة على تدفق البترول فى العالم .



عبد السميع مصطفى *

الطاقة في الحاضر والمستقبل

مقدمة

يواجه العالم حاليا نقصا كبيرا فى الوقود التقليدى (الفحم والبترول والغاز الطبيعى) وارتفاعا فى أسعاره ـ كما يواجه ارتفاعا نسبيا فى أسعار الوقود النووى ـ وبناء على ذلك ازدادت البحوث الجديدة والاهتمامات الكبيرة لاستغلال الطاقات التي لا تفنى مثل الطاقة الشمسية ، وطاقة المد ، وطاقة الرياح ، والطاقة الحرارية داخل الارض وفى المحيطات ـ كما يبذل المهندسون والعلماء قصارى الجهد لزيادة كفاءة انتاج الطاقة الكهربية من الوقود التقليدى ومن الوقود النووى ـ هذا وقد حدث تقدم كبير فى نظم ومعدات انتاج وتحويل الطاقة من المصادر

---

* دكتور/عبد السميع مصطفى . رئيس مجلس ادارة مركز بحوث المواصلات السلكية واللاسلكية واستاذ غير متفرغ بكلية الهندسة جامعة الاسكندرية ـ له بحوث ومؤلفات ومدارس بحث فى افرع الالكترونات والكهرباء المختلفة . منحته الجمعية الدولية لمهندسى الكهرباء والالكترونات بامريكا درجة الزمالة فى يناير سنة ١٩٦٧ .

الحراريه ، سواء كانت تغليدية أو نووية ، ومـن المصادر الضوئية ، ومن المواد الكربونية الطبيعية وغير الطبيعية (وغير ذلك) الـى طاقـة كهربيةمباشرة بدون وساطة الآلات الميكانيكية المتحركة ، كما هو الحال فى المعدات التقليدية لتحويل الطاقةحيث يحرق الوقود التقليدى وتتحول طاقته الى حرارة ، وفى حالة الوقود النـووى تنشطر ذرات المواد الثقيلة او تلتحم ذرات المواد الخفيفة منتجة فى اى مـن الحالتين ذرات أخـرى أخف وزنا فى مجموعها . ويتحول الفرق بـين كتلة الـذرات الاصلية وكتلة الذرات الناتجة الى طاقات أهمها الطاقة الحراريه ، وفى جميع الحالات التقليدية تنتج الطاقة الحرارية البخار او تسخن الغازات ، فيضغط البخار أو تضغط الغازات على الآلات الميكانيكية فتديرها ، وتدير الاخيرة المولدات (اى المنتجات) الكهربيـة لانتـاج الطاقة الكهربية ـ وبذلك اما تزداد كفاءة التوليد والتحـويل ، أويقل وزن المعدات اللازمة . وفى كلتا الحالتين تقل الضوضاء فتزداد كفاءة العاملين .

أن أهم المعـدات الحديثة لانتـاج وتحويل الطاقة الكهربية هى المعدات الكهربية التي تعمـل بنظام ديناميكيا الموائع المغناطيسي ، وفيها يتحول ضغط الغازات المؤينة (ذات التوصيل الكهربى المتوسط) الى حركة فتسرع هذه الغازات داخل مجال مغناطيسى فننتج طاقة كهربية ـ أو ننتقل فيها جزء من كمية حركة أبخرة مضـغوطة الى معدن منصهر (جيد التوصيل الكهربى) فيسرع داخل مجال مغناطيسي منتجا طاقة كهربية ـ ونصل كفاءة التحويل فى الوحدات ذات القدرات الكبيرة الى ٥٠ ٪ ـ ثم المعدات الكيميائية الكهربية (أى بطاريات الوقود) وفيها يتحول الوقود الى طاقة كهربية عن طريق التفاعلات الكيمائية بكفاءة عالية تصل الى ٩٠ ٪ ـ فاذا علمنا ان أقصى كفاءة المعدات التقليدية لانتاج الطاقة الكهربية هى ٤٠ ٪ تبين لنا اهمية هذه المعدات الحديثة .

ومن المعدات الحديثة أيضا لانتاج الطاقـة الكهربية ((المعدات الحرارية الكهربية)) ((والمعدات الحراريـة الايونيـة)) وفيهما تتحـول الطاقـة الحرارية الى طاقة كهربية بكفاءة تصل الى ١٠ ٪ فى الحالة الأولى والى ٢٠ ٪ فى الحالة الثانية ـ ثم المعدات الضوئية الكهربية وفيها تتحول الطاقـة الضوئية الى طاقة كهربية بكفاءة تصل الى ١٥ ٪ ـ وبالرغم من أن كفاءة التحويل هنا منخفضة نسبيا **الا أن المعدات خفيفة الوزن وتعمل فى سـكون** ، فهي تلائم معدات الفضاء والمعـدات الحربيه ، بالاضافة الى أنها توائم مصادر الطاقة فيهما وهى الطاقة الشمسية والطاقـة النووية . ثم هناك معـدات تجمع بـين محولات الطاقـة الحراريةالايونية والتربينات البخارية تهدف الى الحصول على طاقة كهربيـة كبيرة بكفاءة أعلى مـن كفاءة التربينات البخارية التى تعمل بالوقود النووي .

وقد أحدثت (وسوف تحدث) المعـدات الحديثة لانتاج وتحويل الطاقـة انقلابا ثوريا فى النظم التقليديـة فى معظم احتياجـات الصـناعة ووسائل النقـل والاضـاءة وغيرهـا وكذلك فى الاحتياجات الخاصة بمعدات الفضاء والمعدات الحربية وفى الاماكن النائية البعيدة عن العمران .

وسوف يشـهد الجزء الاول مـن القرن الحادى والعشرين انتشار معدات انتاج الطاقـة الكهربية مباشرة سواء كان ذلك بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسى أم بالنظام الحرارى الكهربى ، حيث تتحول الطاقة النووية مباشرة الى طاقـة كهربية ، متفادين فى ذلك الخطوات التقليدية من انتاج البخـار فى التربينات التي تدير بدورهـا المولدات الكهربية ـ كما سوف ينتشر استخدام الطاقة الناتجة من دوران الارض (طاقة الرياح وطاقة المد) ـ **ومـن المحتمل ايضـا ان تؤدى**

الابحاث الى نظم سهلة ورخيصة لانتاج الطاقة النووية عن طريق التحام ذرات المواد الخفيفة مع استخدام أشعة الضوء المتماسك (الليزر) .

أما أهم نظم ومعدات تخزين الطاقة من الوجهة العملية فهى نظام المحطات الكهربية ذات الخزانات المزودة بالمضخات ، حيث يستخدم فائض الطاقة الكهربية اثناء الليل (خاصة فى المناطق الصناعية) فى ادارة المضخات لرفع الماء الى خزانات عالية . وفى خلال النهار تتدفق المياه من الخزانات فتعمل المضخات كتوربينات تدار بدفع الماء ، وتدير الاخيرة بدورها معدات كهربية لانتاج الكهرباء — ثم نظام تحويل الكهربية الى طاقة كيمائية وتخزينها فى بطاريات كهربية . كما ان هناك طرقا أخرى كثيرة لتخزين الطاقة وخاصة اذا كانت تستهلك فى المعدات المتحركة (مثل السيارات والطائرات ومركبات الفضاء والصواريخ والفواصات) اهمها الطاقة المخزونة فى الرباط النووى (بالوقود النووى) والطاقة المخزونة فى الرباط بين ذرات المادة (الوقود الكيمائى والوقود التقليدى من فحم وزيت) وبين الذرات المؤينة وغير ذلك .

أما فيما يختص بنقل الطاقة الكهربية وتوزيعها فأحدث نظمها هو نقلها على خطوط الضغط الكهربى الفائق سواء كان متغيرا أم مستمرا . ان احدث النظم فى شبكات التوزيع هى استخدام الكابلات الارضية ، ومن المحتمل ان يشاهد فى الجزء الاول من القرن الحادى والعشرين انتشار نقل الطاقة مع استخدام الليزر . كما يبذل المهندسون جهودا مثمرة فى تحويل الغاز الطبيعى الى سائل عن طريق التبريد حتى ١٤٧° مطلقة — وبذلك يمكن نقله لمسافات طويلة بسهولة ويسر ، ذلك لأنه يشغل فى الحالة السائلة أقل من جزئين من الألف من حجمه فى الحالة الغازية .



أ — معنى الطاقة ومعنى تحويلها :

اذا رفع الانسان ثقلا معينا يقال انه عمل شغلا أو بذل طاقة — كذلك اذا جر الحصان عربة يقال أنه عمل شغلا أو بذل طاقة — ان الطاقة فى هاتين الحالتين هى **طاقة ميكانيكية (أو طاقة حركية)** — الطاقة لاتفنى بل تتحول من نوع الى نوع آخر — ان أبسط الأمثلة الملموسة فى تحويل الطاقة هو المثل الآتى : عندما يحرك الانسان ذراعيه (مثلا) فى الشتاء فانه يشعر بالدفء وتفسير ذلك ان الطاقة الميكانيكية (والتى هى حركة الذراعين) قد تحولت الى طاقة حرارية رفعت درجة الحرارة فشعر الانسان بالدفء .

الشغل الميكانيكى طاقة والحرارة طاقة والكهرباء (التى تنير المنازل وتدير الآلات) طاقة ، والوقود (من فحم وزيوت) طاقة ، بل والمادة نفسها طاقة ، فالمادة طاقة مركزة والطاقة مادة طليقة — ان الغذاء الذى نتناوله فى طعامنا طاقة يمدنا (بعد تمثيله) بالحرارة وبالطاقة الميكانيكية اللازمة لتحركاتنا المختلفة — فموضوع انتاج وتحويل الطاقة يشمل الحياة جميعها .

ب — مصادر الطاقة :

ان مصادر الطاقة كثيرة ومتشعبة — فهناك طاقة الوقود المخزونة فى الارض فى صورة فحم وزيت ونباتات خشبية وغازات طبيعية ، وهناك طاقة مساقط المياه (سواء كانت ناتجة من شلالات صنعتها الطبيعة أم من سدود صنعها الانسان) ، وهناك الطاقة الشمسية ، **وهناك طاقة الرياح**

(الميكانيكية) وهناك طاقة المد ، وهناك طاقة الثلوج وهى على الجبال الشامخة فهى طاقة وضع يتحول الى طاقة حركة عند ذوبان هذه الثلوج ، وهناك الطاقة الحرارية بالهواء الذى يحيط بنا والطاقة الحرارية فى القشرة الارضية تحت السطح ، والطاقة الحرارية فى مياه الانهار والبحار والمحيطات (ولو أن درجة حرارة مصدر الطاقة هنا منخفضة الا أن الكمية الحرارية الموجودة كبيرة نسبيا) ، كما ان هناك الطاقة الحرارية الهائلة التى فى جوف الارض والتى تصهر وتذيب بعض مافى جوف الارض فيظهر فى شكل براكين ، وهناك طاقة المادة نفسها وهى الطاقة النووية .

ويمكن تقسيم هذه المصادر للطاقة الى مجموعتين اساسيتين :

المجموعة الاولى : وهى الطاقة ذات الكمية المحدودة وتشمل ما يأتى :

١ ـ الوقود التقليدى ، سواء كان صلبا (مثل الفحم والنباتات الخشبية) أم سائلا (مثل البترول بمشتقاته المختلفة) أم غازيا (مثل الغازات الطبيعية) وجميعها فى تناقص مستمر نظرا للزيادة المطردة فى استهلاكها .

٢ ـ الوقود النووى وأهم أنواعه ، أكسيد اليورانيوم وأكسيد الثوريوم .

المجموعة الثانية : وهى المصادر التى لاتنعدم أبدا (طالما هناك حياة على وجه الارض) ومن أهمها ما يأتى :

١ ـ الطاقة الناتجة من مساقط المياه .

٢ ـ الطاقة الشمسية .

٣ ـ طاقة الرياح .

٤ ـ طاقة المد .

٥ ـ طاقة الثلوج على الجبال الشامخة .

٦ ـ الطاقة الحرارية داخل الارض وفى مياه المحيطات والبحار والانهار .

يبذل المهندسون والعلماء قصارى جهدهم ويشحذون أفكارهم فى استغلال هذه الطاقات باكبر كفاءة ممكنة مع أقل النفقات ـ وفى سبيل ذلك يقومون بتحويل الطاقة عند منابعها ومصادرها الى نوع يمكن نقله (بأقل النفقات واكبر الكفاءات) الى مكان استغلالها ، والى نوع يمكن تخزينه بأقل النفقات وأكبر الكفاءات أيضا حتى يمكن استغلاله فى الوقت المناسب . ومن أمثلة التخزين « المحطات الكهربية ذات الخزانات المزودة بالمضخات » ، **ففى المناطق الصناعية تكون مطالب الكهرباء قليلة أثناء الليل وكثيرة أثناء النهار ، فيستخدم فائض الطاقة الكهربية (أثناء الليل) فى ادارة محركات كهربية تدير بدورها المضخات لرفع الماء الى خزانات على قمة عالية ، وفى خلال النهار تندفق المياه بانحدارها من هذه القمة العالية فتعمل المضخات كتوربينات تدار بدفع الماء ، وتدير الاخيرة بدورها مولدات كهربية لانتاج الكهرباء ـ تصل الكفاءة فى هذه الحالة الى كفاءة اى من التربينة او المضخة وتصل سعة الوحدة منها الى اكثر من مائة (بل مائتى) ألف كيلووات ـ** تقل النفقات التى تتطلبها مشروعات التخزين بهذه الطريقة اذا كان هناك خزانات طبيعية على قمة عالية (ارتفاعها من مائة الى خمسمائة متر) .

ولكن لماذا تحول الطاقة مـن نوع الى نوع آخر ؟ وما هو هذا النوع الآخر ؟

غالبا ما توجد مصادر الطاقة (سواء كانت فحما أم زيتا أم مساقط مياه أم طاقة رياح ام غير ذلك) فى مواقع بعيدة عن أماكن استغلالها ، فلابد اذن من نقل الطاقة من منبعها (مصدرها) الى مكان استغلالها . ان الطريقة المثلى لنقل الطاقــةمن مكان الى مكان آخر هى النقل الكهربى لكفاءته العالية وسهولة صيانته وتشغيله ــ لابد اذن من تحويل الطاقة ايا كان نوعها قبل نقلها الى طاقة كهربية . أما فى المسافات الطويلة فالطاقة الكهربية ليست الافضل لارتفاع تكاليف نقلها ولعدم امكان خزنها بكفاءة توازى خزن الوقود نفسه ، ونــوع الطاقة الافضل فى هذه الحالة هو « الايدروجين » فهو أيسر أنواع الوقود نقلا وخــزنا وأكبرهــا اقتصادا ــ والفكرة الأساســية فى اقتصــاديات الايدروجين هى « اقامة المحطــات النووية » أو « المحطات التقليدية » عند المناطــق الساحليــة وانتاج الطاقة الكهربية منها ، ثم استخدام التيار الكهربى المستمر فى « التحليل الكهربى » لتحويل مــاه البحــر المالحـــة الى عــذبة ثم انتــاج « الايدروجين » ونقلــه بالسفن خــارج البلاد للتصدير أو نقله داخــل الاقاليم للاســتفادة به كوقود .



سوف نضطر هنــا الى اســتعمال بعض المصطلحات الخاصــة بالطاقــة الكهربية مثــل « **القدرة الكهربيــة** » و « **الضغط الكهــربى** » ، و « **التيــار الكهربى** » و « **المقاومة الكهربيــة** » و « **الشحنة الكهربية** » ووحداتها العملية جميعا ــ لذلك قد يكون من الاصوب توضيح معنى هذه المصطلحات ووحداتها العملية باختصار .

* **الوحدة العملية للطاقــة الكهربيــة هى** « الكيلووات ساعة » (والجهاز الذى يقدرها هو العداد الكهربى) ، وهى تعادل الشغل الذى يبذله الانسان عند رفع ثقل مقداره ٣٦٧٠ كيلوجراماً مسافة مقدارها مائة متر ، كما تعادل الطاقــة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة ٣٠٠ لتر من الماء ٥٠ درجة مئوية .

* **الطاقة تساوى « القدرة » (المتوسط) مضروبا فى الزمن** ، فالقدرة هى معدل تغير الطاقة . ان الوحــدة العمليــة للقــدرة الكهربيــة هــى « الكيلــووات » وهى تســاوى ألف وات . ان المصباح الكهربى الذى قدرته تساوى مائة وات يستهلك طاقة مقدارها كيلو وات ساعة اذا استمر مضيئا لفترة عشر ساعات .

* « **القدرة الكهربية** » (**فى أبسط حالتها**) تساوى « الضغط الكهربى » مضروبا فى « التيار الكهربى » : الوحدة العملية للضغط الكهربى هى (الفولت) وللتيار الكهربى هى « الامبير » .

اذا مر تيار كهربى فى مقاومة كهربية نتج عند طرفيها ضغط كهربى يساوى التيار الكهربى مضروبا فى المقاومة . ان فتيل المصباح الكهربى هو من الامثلة الملموسة للمقاومة الكهربية ، وأن الوحدة العملية للمقاومة الكهربية هى « الأوم » ويساوى المقاومة التى اذا مر بها تيار مقداره امبير نتج عند طرفيها ضغط كهربى مقداره فولت . اذا اتصل مصباح كهربى قدرته ١٠٠ وات بضغط

كهربى مقداره ٢٠٠ فولت يمر فيه تيار كهربى مقداره نصف امبير . ويكتب عادة الرقم الذى يدل على القدرة ، والرقم الذى يدل على مقدار الفولت على غلاف المصباح الكهربى .

* **التيار الكهربى هو** معدل تغير الشحنة الكهربية ، أى انه عبارة عن كمية الشحنة الكهربية التي تتدفق كل ثانية . الوحدة العملية للشحنة الكهربية هى **((الكولوم))** وأصغر شحنة كهربية فى الوجود هى شحنة مايسمى ((بالالكترون)) وهى شحنة سالبة وتساوى ٦ر١ × ١٠ –١٩ كولوم . **فالكهرباء ليست انسيابية المقادير بل هى منقطعة،** اى تتكون من قطع صغيرة مكهربة تسمى الالكترونات . الالكترون هو أحد مكونات ذرة المادة ، ومعنى ذلك أن الكهرباء موجودة فى ذات المادة ، **فالكهرباء لاتخلق ولا تستحدث . وفيمايلي شرح مبسط لتكوين ذرة المادة :**

ان أصغر جزء يمكن أن تنقسم اليه المادة بالطرق الميكانيكية هو الجزىء ، أما أصغر جزء يمكن أن تنقسم اليه بالطرق الكيمائية فهو الذرة.

تتكون ذرة أى مادة من نواة موجبة التكهرب يدور حولها عدد من الالكترونات السالبة التكهرب ، وان الشحنة الموجبة التى تحملها النواة تساوى فى المقدار الشحن السالبة التي تحملها الالكترونات ، فالذرة فى مجموعها متعادلة كهربيا ، وتنقسم الالكترونات حول النواة الى مجموعات او طبقات ، وأن الالكترونات فى أية مجموعة لهــا نفس الطاقة الكلية تقريبا (الطاقة الكلية للالكترون تساوى طاقته الحركية الناتجة من دورانه حول النواة مضافا اليها طاقة وَضْعٍ ، وهى طاقة كهربية ناشئة أساسا من شحنة الالكترون السالبة التكهرب وشحنة النواة الموجبة التكهرب) – كما أن طاقة الالكترونات الخاصة بأبعد طبقة من النواة هى أقل طاقة ، وأن الكترونات هذه الطبقة هى التي تحدد الخواص الكيمائية والطبيعية للمادة وهى تسمى الالكترونات المتحفزة او المستعدة ، فهى دائما فى حالة استعداد وتحفز للتفاعلات الكيمائية والتوصيل الكهربى . اذا فقدت الذرة احد الكتروناتها (أو اكثر) اصبحت ((أيونا)) ذا شحنة كهربية موجبة ، أما اذا اكتسبت الكترونا (او اكثر) اصبحت أيونا سالبا .

يمر تيار كهربى مقداره امبير (فى سلك ما) عندما يمر فى السلك عدد من الالكترونات كل ثانية يساوى واحدا مقسوما على ٦ر١ × ١٠ –١٩ اى ٢٥ر٦ × ١٠ ١٨ الكترون (أى مايزيد على ستة بلايين البلايين من الالكترونات) .

اذا حركنا سلكا معدنيا فى مجال مغناطيسي دائم أو مغناطيسى كهربى (بحيث يقطع الخطوط المغناطيسية لذلك المجال) نتج عند طرفى السلك ضغط كهربى ، واذا وصلنا طرفى السلك بفتيل مصباح كهربى يضيء المصباح ، لقد تحولت الطاقة الحركية (أى الميكانيكية) الى طاقة كهربية ، وهذا هو الاساس العريض للمولد (المنتج) الكهربى .

وبالعكس اذا مر تيار كهربى فى السلك وهو تحت تأثير المجال المغناطيسي نتج عن ذلك قوة ميكانيكية تحرك السلك ، والسبب فى ذلك أن التيار الكهربى بالسلك سيصحبه مجال مغناطيسي فهو مغناطيس كهربى ، فيتنافر أو يتجاذب مــع المغناطيس الاصلى تبعا لاتجاه التيار الذى يمر فى السلك ، لقد تحولت الطاقة الكهربية الى طاقة حركية ، وهذا هو الأســاس العريض للمحــرك الكهربى .

والسؤال الذى يتبادر الآن الى الاذهان هو :

كيف استغل الانسان الطاقة الطبيعيةلخدماته ؟

ربما كانت الطواحين المائية التى تدار من مساقط المياه هى أقدم المعدات التى استخدمها الانسان للحصول على طاقة لادارة الآلات ، وبأتى بعدها (وربما معها) طواحين الهواء (التى تدار بقوة الرياح) ، وقد استخدمها الانسان منذ ألفى سنة فى طحن الحبوب ، وخاصة القمح ، وفى ادارة المضخات لرفع المياه ورى الاراضى لزرعها . ومنذ حوالى قرنين من الزمان بدأ عصر الصناعة ، وبدأ معه استغلال الطاقة المخزونة فى الارض من فحم وزيت ونباتات خشبية وغازات طبيعية ، وظهرت الآلات البخارية والمحركات الكهربية . فمنذ ملايين السنين والشمس تتسبب فى انتاج ما مقداره مائة ألف مليون طن من مجموعات النباتات كل عام ومثلها من الاوكسجين ، واثناء هذه الحقبة الطويلة من الزمن ماتت وتلاشت الحياة النباتية والحياة الحيوانية وأصبحت مخزونة فى الارض كوقود فى صورة فحم أو زيت أو نباتات خشبية . ومع بداية عصر الصناعة بدأ استغلال هذه الطاقة الطبيعية المخزونة ، ثم اتسعت الصناعة وتشعبت وزاد الاستهلاك من هذا الوقود الطبيعى ، فعند بداية هذا القرن كان الاستهلاك فى جميع العالم يقدر بعدة ملايين من الاطنان سنويا ، أما الآن ، فهو يقدر بعدة آلاف الملايين من الاطنان سنويا — **ونحن لا نعلم بالضبط كمية المخزون فى الارض ، ولكننا نستطيع القول بانه سياتى اليوم (عاجلا أم آجلا) الذى يقل فيه ، بل ويفنى ، هذا المنبع الطبيعى من الفحم والزيت — فاحتياجات العالم من الوقود آخذة فى الزيادة ، فى حين ان وقود الفحم والزيت آخذ فى النقصان — وكان من نتيجة ذلك أن اهتم العلماء والمهندسون ، وشحذوا أفكارهم حتى توصلوا الى توليد الطاقة من المادة نفسها اى تحويل المادة الى طاقة : « انها الطاقة النووية »** فأمكنهم بذلك خلق مورد آخر للطاقة — ولكن ، هل يستطيع هذا المورد الصناعى سد كفايتنا من الوقود بطريقة اقتصادية ؟ ، ان مقدار الطاقة (سواء كانت ناتجة من الفحم أو الزيت او الغاز الطبيعى أو من مساقط المياه أو من الطاقة النووية) التي يستهلكها العالم اليوم سيتضاعف بعد عشرة أعوام . **فهل تستطيع الطاقة النووية ان تسد هذا النقص ؟ هذا ليس مجزوما به** ، فهو يتوقف على ماسوف يكون عليه انتاج هذه الطاقة ، ولا نستطيع تقدير هذا المعدل مستقبلا — فهل سنسلم أمرنا الى القدر المجهول ، أم أننا نسعى وراء موارد وطرف أخرى لانتاج وتحويل الطاقة الطبيعية بكفاءة أعلى ؟ . لقد بذل المهندسون والعلماء ولا زالوا يبذلون جهودا جبارة لزيادة كفاءة التحويل . ففى عام ١٩٠٠ كان كل كيلووات ساعة من الطاقة الكهربية يتطلب انتاجه ثلاثة كيلو جرامات من الفحم متوسط الرتبة — وفى عام ١٩٢٠ انخفض ذلك الرقم الى ٣ر١ كيلو جرام ، واليوم انخفض اكثر وأصبح أقل من ٣٠٠ جرام .

• • •

جـ — تقدير الطاقة الكهربية الناتجة من مصادر الطاقة المختلفة :

فيما يلى تقدير للطاقات الكهربية التى يمكن ان تنتج من مصادر الطاقة المختلفة الموجودة على الكرة الارضية :

١ — الطاقة الكهربية الناتجة من الفحم حوالى ٦٥٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٢ ـ الطاقة الكهربية الناتجة من الاخشاب والمخلفات النباتية الاخرى حوالى ٢٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٣ ـ الطاقة الكهربية الناتجه من البترول حوالى ٢٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٤ ـ الطاقة الكهربية الناتجة من الزيوت التي بالصخور الرملية وبالرمال تقدر بحوالى ٤٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٥ ـ الطاقة الكهربية الناتجة من الفازات الطبيعيه حوالى ٢٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٦ ـ الطاقة الكهربية الناتجة مـن الوقود النووى (المقدر بحوالى ٥ مليون طن من اكسيد اليورانيوم وحوالى مليون طن من اكسيد الثوريوم) حوالى ١٠٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٧ ـ الطاقة الكهربية الناتجة من مساقط المياه حوالى خمسة ونصف مليون مليون كيلو وات ساعة سنويا .

٨ ـ الطاقة الكهربية الناتجة من دفع المياه من المد حوالى خمسة مليون مليون كيلو وات ساعة سنويا .

٩ ـ **الطاقة الكهربية التى يمكن ان تنتج من** الطاقة الشمسية الساقطة على الكرة الارضـية حوالى ٣٦ الف مليون مليون كيلو وات سـاعة سنويا ، ولكن مقدارا صغيرا من هذه الطاقة هو الذى يمكن الاستفادة منه .

١٠ ـ الطاقـة الكهربية الناتجة مـن دفع الرياح **هى حـوالى ١٥ مليـون مليـون كيلو وات** ساعة سنويا ، ولكن خمسة أجزاء من المائة فقط هى التى يمكن الاستفادة منها .

١١ ـ الطاقة الكهربية التى يمكن أن تنتج من **الطاقة الحرارية داخـل الارض هى حـوالى** مليون مليون مليون كيلو وات ساعة ، ولكن جزءا صغيرا جدا من هذه الطاقة هو الموجود فى الجزء الخارجى من القشرة الارضية والذى يبلغ سمكه حوالى ثلاثة كيلو مترات (مـن سـطح الارض) .

لقد بلغ استهلاك العالم فى عام ١٩٦١ مـن الطاقة الكهربية حوالى اثنين ونصف مليون مليون كيلو وات ساعة . وفيما يلي النسبة المئوية للطاقة الكهربية الناتجة من المصادر التقليدية المختلفة فى نفس العام :

١ ـ الطاقة الكهربية الناتجة من مساقط المياه ٦٪ وتزداد سنويا بنسبة ٨٪ فى المتوسط .

٢ ـ الطاقـة الكهربيـة الناتجة من الفحم والاختشاب ٤٨٪ وتزداد سـنويا بنسبة ٣٪ فى المتوسط .

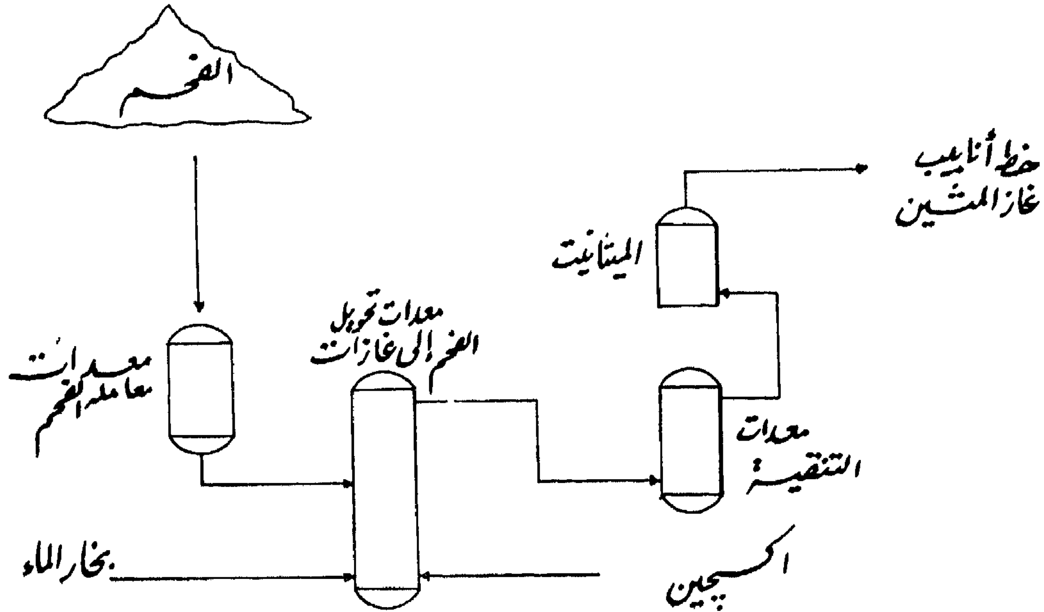
٣ ـ **الطاقة** الكهربية الناتجـة من البترول ٣١٪ وتزداد سنويا بنسبة ٥ر٦٪ فى المتوسط .

٤ ـ الطاقة الكهربيـة الناتجة مـن الغاز الطبيعى ١٥٪ وتزداد سنويا بنسبة ٥ر٩٪ فى المتوسط .

وبالامتداد الاحصائى نعتقد ان العالم سوف يستهلك فى عام ١٩٧٥ طاقة كهربية تقدر باكثر من خمسة عشر مليون مليون كيلو وات ساعة .

وجدير بالذكر هنا أن نؤكد ان المسئول الاول عن تلوث الهواء (بل والماء ايضا) هو الفحم حيث يطلق عند احتراقه ثانى أكسيد الكبريت الضار **- ويلى ذلك فى المسئولية البترول - اما الغاز الطبيعى فهو أقل انواع الوقود ضررا عند احتراقه .** لذلك يقوم بعض المهندسين والكيمائيين بتحويل الفحم الى نوع من الغاز الطبيعى وهو « الميثين » ، **وشكل (١)** يبين هذا التحويل ، حيث يتفاعل بخار الماء مع الكربون الذى بالفحم منتجا غازا غنيا بالايدروجين يشبه غاز الميثين ، ثم ينقى من الغازات الاخرى الناتجة من التفاعل والتى أهمها الامونيا وثانى اكسيد الكربون ، ويبقى فقط غاز « الميثانيت » (وهو يحتوى على الميثين والايدروجين واول أكسيد الكربون) الذى يمكن تعلية كثافته الحرارية بتفاعلات كيمائية أخرى مع غاز الايدروجين عند ١١٠٠° مطلقة ، ٦٥ ضغط جوى .

•••



شكل ١

نظام تحويل الفحم الى غاز الميثين .

د ــ الآلة الحرارية المثلى ــ

أهم المعدات الحرارية لتحويل الطاقة هي « الآلة الحرارية » حيث يحرق الوقود (فحما كان أم زيتا أم غازا طبيعيا) وتتحول طاقته الى حرارة تنتج البخار أو تسخن الغازات فيضغط البخار أو تضغط الغازات ويتحول جزء من طاقتها الى شغل فيدير الآلات الميكانيكية (سواء التوربينات البخارية أم الغازية ام غيرها) والتي تدير بدورها المنتجات (المولدات) الكهربية . وأما باقي الطاقة الحرارية فيخرج مع العادم (أي البخار أو الغاز بعد تأديته الشغل) عند درجة حرارة منخفضة ويضيع سدى ولا يستفاد به .

ان كفاءة الآلة الحرارية المثلى (أي كفاءة تحويل الطاقة الحرارية الى شغل) تساوي الفرق بين درجة الحرارة المطلقة لمائع التشغيل (البخار أو الغاز) ودرجة الحرارة المطلقة للعادم مقسوما على درجة الحرارة المرتفعة وتصل هذه الكفاءة الى ٦٥٪ بذل المهندسون قصارى جهدهم للاستفادة بالطاقة الحرارية التي تخرج مع العادم . فقد اقام المهندسون نوعا من التوربينات يجمع بين تربينات البخار وتربينات الغاز (يسمى بتربينات الغاز والبخار) وذلك لانتاج الطاقة الكهربية وفي احد انظمة هذا النوع تستخدم غازات العادم الخارج من تربينة الغاز كهواء احتراق للمراجل الذي ينتج البخار لتغذية تربينة البخار والنتيجة هو الحصول على طاقة كهربية بكفاءة عالية . تنتج التربينة البخارية الجزء الاكبر من الطاقة الكهربية ، ذلك لأن التربينات الغازية تعمل بكفاءة منخفضة نسبيا ، ولكنها رخيصة الثمن وخفيفة الوزن وسهلة التصميم .

وجدير بالذكر هنا ان كفاءة معدات تحويل الطاقة (وأقصاها ٤٠٪) أقل من كفاءة الآلة الحرارية المثلى ، نظرا لأن جزءا من الطاقة يفقد في الاحتكاك وفي مقاومة الهواء أثناء الدوران وفي الملفات الكهربية وغير ذلك مما يسبب ارتفاعا في درجة الحرارة ، ومما يحد من سعة المعدات ــ يقل هذا الفقد كلما زادت سعة وحدة الانتاج ــ لقد مرت التربينات البخارية (مع معداتها الكهربية) في السنوات الخمس عشرة الاخيرة في عدة مراحل هادفة الى زيادة سعتها وبالتالي زيادة كفائتها ، فهناك وحدات تصل سعتها الى ١٨٠٠ ألف كيلو وات واكثر مستخدمة الهيدروجين لتبريد الاجزاء الدوارة والماء المباشر لتبريد ملفات المجال المغناطيسي الساكنة في المنتج الكهربي وغير ذلك .

أما أهم المعدات الحديثة لانتاج الطاقة الكهربية فهي : المعدات التي تعمل بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسي ، والتي تعمل بالنظام الحراري الكهربي وبالنظام الحراري الايوني وبالنظام الضوئي الكهربي ، وكلها تشبه الآلة الحرارية التقليدية من حيث أن مصدر الطاقة الحرارية يمد مائع التشغيل بالطاقة الحرارية اللازمة ، فترتفع درجة حرارته ، ولكن مائع التشغيل هنا يقوم بتحويل جزء من هذه الطاقة الى طاقة كهربية مباشرة بدون وساطة **الآلات الميكانيكية المتحركة** ــ كما أن مائع التشغيل في هذه المعدات الحديثة ليس البخار ولا الهواء الساخن وانما هو « البلازما » أو المعادن المنصهرة (والتي تستمد طاقتها الحرارية من المفاعلات النووية) ، وذلك في حالة المعدات التي تعمل بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسي .

أما غاز التشغيل في حالة المعدات التي تعمل بالنظام الحراري الكهربي وبالنظام الحراري الايوني وبالنظام الضوئي الكهربي فهو « الالكترونات » ويستمد هذا الغاز الالكتروني الطاقة الحرارية اما عن طريق تسخين المادة كما في النظامين الاول والثاني ، أو عن طريق

امتصاص الالكترونات (وهى داخل المادة) للطاقة الضوئية الساقطة عليها كما فى حالة المعدات التى تعمل بالنظام الضوئى الكهربى .

أما المعدات الكيمائية الكهربية (أى بطاريات الوقود) فهى تختلف تماما عن الآلة الحرارية ، ولا تخضع لنظام الديناميكا الحرارى المحدود الكفاءة ـ ففى هذه المعدات يتحول الوقود الكيمائى مباشرة الى طاقة كهربيه بكفاءه تصل الى ٩٠٪ .

هـ ـ انتاج الطاقة الكهربية بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسى :

يسمى النظام الذى يتحرك فيه مائع التشغيل (غاز البلازما او المعدن المنصهر) تحت تأثير المجال المغناطيسى (لانتاج الطاقة الكهربيه) بنظام « ديناميكا الموائع المغناطيسى » . ويستمد هذا النظام طاقته فى العاده من الطاقة النووية . ولقد سبق أن ذكرنا ان أصغر جزء يمكن أن تنقسم اليه المادة بالطرق الميكانيكية هو الجزىء ؛ أما أصغر جزء يمكن ان تنقسم اليه بالطرق الكيميائية فهو الذرة . **لقد أمكن تفتيت الذرة وتحويلها الى طاقة ـ فالمادة هى طاقة مركزة والطاقة هى مادة طليقة .**

وتتكون ذرة أى مادة من نواة (مركز فيها مادة الذرة) ويدور حولها عدد من الالكترونات (يساوى العدد الذرى للمادة) ذات شحنات كهربية سالبة ـ وأن هذه النواة مكونة من عدد من النيوترونات المتعادلة كهربيا وعدد من البروتونات الموجبة التكهرب ، وأن النيوترونات والبروتونات فى حالة تماسك كبير المقدار . **ان قوة التماسك هذه ليست قوة مغناطيسية ولا قوة كهربية ولا قوة جاذبية ، فطاقة هذا التماسك هى المادة نفسها ـ انها الطاقة النووية .**

فالطاقة النووية هى اذن المادة نفسها ، ويمكن اطلاقها من عقالها بواسطة انشطار ذرات المواد الثقيلة (وهى المستعمله حاليا) أو بواسطة التحام ذرات المواد الخفيفة (وهذا فى دور التجربة) ـ ففى الحالة الاولى تنشطر النواة الثقيلة (اليورانيوم مثلا) الى نووات أخف وزنا ، والفرق بين كتلة النواة الاصلية وكتلة المفردات الناتجة من عملية الانشطار هو الطاقة المنطلقة ـ أهمها الطاقة الحرارية الهائلة والنيوترونات والاشعاعات المختلفة (أشعة جاما وبيتا والاشعة السينية) ، ان النواة الثقيلة هى الوقود ، أما المفردات الأخف وزنا فهي الرماد الناتج من عملية الاحتراق النووى . وتستخدم الطاقة الحرارية الهائلة فى تحويل الماء الى بخار سواء كان الماء تحت ضغط (ماء مضغوط) او فى حالة غليان (ماء مغلى) لتشغيل التربينات البخارية أو فى تسخين الغازات أو فى انصهار المعادن أو فى غير ذلك ـ حيث يقال ان مادة التبريد هى الماء أو الغازات او المعادن المنصهرة ، حيث انها تقوم بتبريد الوقود النووى .

اما فى الحالة الثانية فتنصهر (أى تلتحم) النووات الخفيفة (وهى نظائر غاز الايدروجين) عند درجات الحرارة العالية التى تبلغ الملايين لتكون نووات أثقل (هى ذرات الهيليوم) ولكن كتلة مجموع النووات الثقيلة أقل من كتلة مجموع النووات الخفيفة والفرق بين هذه وتلك هى الطاقة المنطلقة ، ان النووات الخفيفة فى هذه الحالة هي الوقود فى حين أن النووات الثقيلة هى الرماد (أى العادم) . ان هذا هو الذى يحدث فى الشمس منذ بلايين السنين (٥ بليون سنة) لكى تمدنا بالحياة ـ تتحول أربعة ملايين طن من مادة الشمس الى طاقة فى الثانية الواحدة ـ ان الجرام الواحد من المادة يساوى نظريا طاقة كهربية مقدارها ٢٥ مليون كيلو وات ساعة ، فهي تساوى

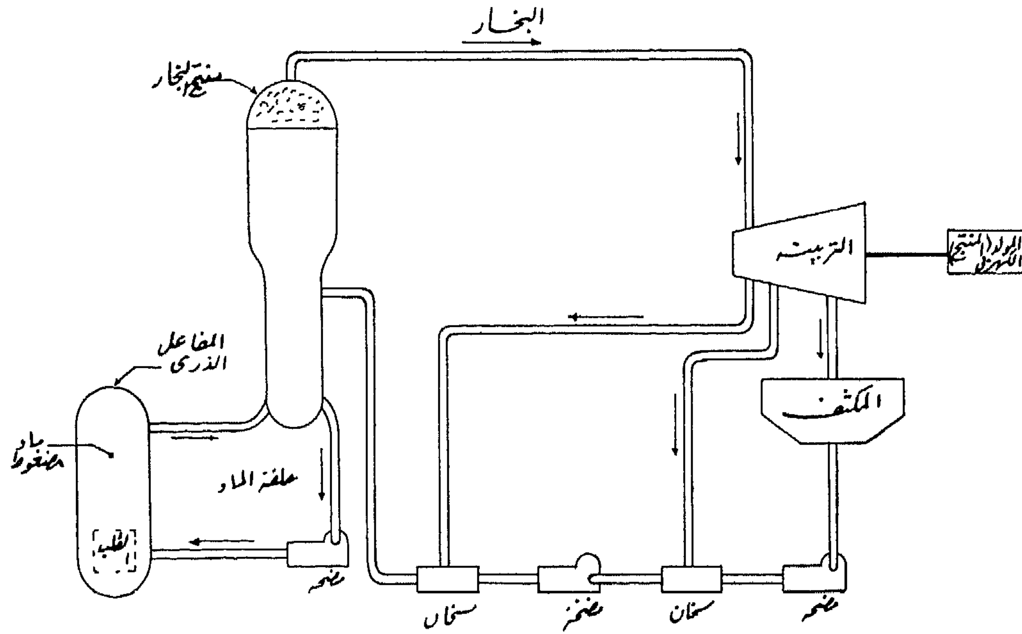
الكتلة مضروبا فى مربــع سرعة الضوء (= ١ × (٣ × ١٠) ٢ × ١٠ – ٧ / ٣٦٠٠ × ١٠ ٣) – تسمى المعدات التى يحترق فيها الوقود النووى« بالمفاعلات النووية أو الذريــة » ويسمى المكان الذى يحوى هذه المفاعــلات ومعداتها ((**بالمحطةالنووية**)) .

وتستخدم الطاقة النووية فى تطبيقات عديدةمدنية وعسكرية ، ومن أهم تطبيقاتها المدنية أنتاج الطــاقة الكهربية وانتاج البخار وانتــاج **الغازات**الســاخنة بكفــاءة معقولة ، ثم اســتخدام هــذه التكنولوجيا فى تسيير السفن والطائــرات وغيرهامن وسـائل النقل ، وكذلك فى تسيير سفن الفضاء وفى دفع الصواريخ وغير ذلك ، واهم تطبيقاتهاالعســكرية اطــلاق القنابل الذريــة الناتجة من التفجيرات النووية .

لقد وصل النشــاط الانشــائى للمحطاتالعمــلاقة التي تعمل بالوقــود التقليــدى ذروته (وذلك فى البلاد المتقدمة) وكانت هنــاك عنايــةخاصة فى اختيار موقع هــذه المحطــات وعلى أن تكون خارج المدن حتى لا تتسبب فى تلوث الهواءوالمياه لسكان تلك المدن ـ كما يختار الموقع بجوار منابع الوقود بقدر الامكان حتى تقل تكاليفه . وفىأواخر الستينات وأوائل السبعينات ارتفع سعر الوقود التقليدى (لكثرة استهلاكه) وانخفضنسبيا سعر الوقــود النووى (نظــرا للبحــوث المستمرة فى ذلك الموضوع) واصــبحت محطاتالقوى النووية العملاقة تنافس المحطاتالتقليدية. **وسوف يتوقــف انشــاء أى محطات تقليديــة فىالنصف الثانى من السبعينات ويزداد معدل انشاء المحطات النووية التى تحوى المفاعلات النووية التىتعمل ((بالماء المغلى)) والتىتعمل ((بالماء المضغوط))**.
لقد بلغت سعة الوحدة النموذجية من المفاعلاتالنووية اليوم قدرة فائقة هى مليون كيلو وات ، وسوف تبلغ مليون ونصف مليون كيلــو وات فىأواخر السبعينات . ونظرا للاشعاعات الضــارة تقام المحطات النووية بعيدا عن المدن ، ولكنها فىالوقت نفسه يجب أن تكون قريبة من مصادر المياه للتبريد . فى المناطق الساحلية مثلا ، يمكننا أنتؤكد بالامتداد الاحصائى أن نصف الطاقة الكهربية سوف تنتجها المحطاتالنوويةفى عام ٢٠٠٠ ـ يبينالمثل الآتى أهمية تواجد مصادر الميــاه للتبريد قريبة من محطات القوى العملاقة :

يحتاج كل ألف كيلو وات (من سعة المحطة)الى ثلاثين لترا من الماء كل ثانية فى حالة الوقود التقليدى (الفحم أو الزيت) والى ٤٥ لترا كلثانية فى حالة الوقود النووى ، وبنــاء على ذلك تحتاج محطة القوى النووية التى سعتها ١٢ مليونكيلو وات الى أكثر من نصف مليون لتر من المياه فى الثانية ، وهى كمية ضخمة لا يمكن الحصولعليها الا من البحار أو الانهار الكبيرة . **وســوف أقدم فيما يلى شرحا مختصرا لمفاعل ذرى يعملبالماء المغلى وآخر يعمل بالمــاء المضــغوط حتى ينتكامل الموضوع بالنسبة للقارىء : شــكل (٢)**يبين مفاعلا ذريا يعمل بالماء المضغوط لانتاج الطاقة الكهربية ـــ يوضع الوقود النووى داخل المفاعلالذرى فى المكان المعد له والذى يســمى بالقلب ، ويتكون هذا الوقود عادة من قضبان اسطوانية منثانى أكسيد اليورانيوم المطعم بحوالى ٢٫٥٪ من اليورانيوم ٢٣٥ ـ تتسبب الطاقة الحرارية الهائلةالمتولدة من التفاعل النووى فى تحويل المــاء الى خليط من الماء والبخار تحت ضغط مقداره حوالى٧٠ **كيلو جراما على السنتيمتر المربع** ، فيتــدفق البخار الى داخل التربينة فيديرها (وتدير الاخيرةالمولد الكهربى لانتاج الطاقة الكهربية) ، ثم يتركها بعد أن يفقد جزءا كبيرا من طاقته الحرارية ليضخثانية الى المفاعل ـ ولتشغيل البخار بأقصى كفاءة

ممكنة فان البخار العادم يترك التربينة بدرجات مختلفه من الطاقة الحرارية ، فالجزء « ١ » من البخار طاقته اكبر من طاقة الجزء « ٢ » وطاقة الاخير أكبر من طاقة الجزء « ٣ » ــ فعندما يمر الجزء « ٣ » فى المكتف ويضخ الماء الناتج بالمضخة « ٦ » مارا بالسخان « ٤ » ينتقل اليه بعض طاقة الجزء « ٢ » ، وبعدما يضخ مرة ثانية بالمضخة « ٧ » مارا بالسخان « ٥ » يمتص بعض طاقة الجزء « ١ » ، ثم يضخ مرة أخيرة بالمضخة « ٨ » الى داخل المفاعل عن طريق « حلقة الماء » ــ وفى المفاعلات ذات السعة الكبيرة يكون هناك أكثر من « حلقة ماء » ــ اذ يبلغ عددها اربع حلقات فى المفاعلات التى سعتها نصف مليون كيلو وات ، حيث تبلغ الكفاءة ٣٢٪ .

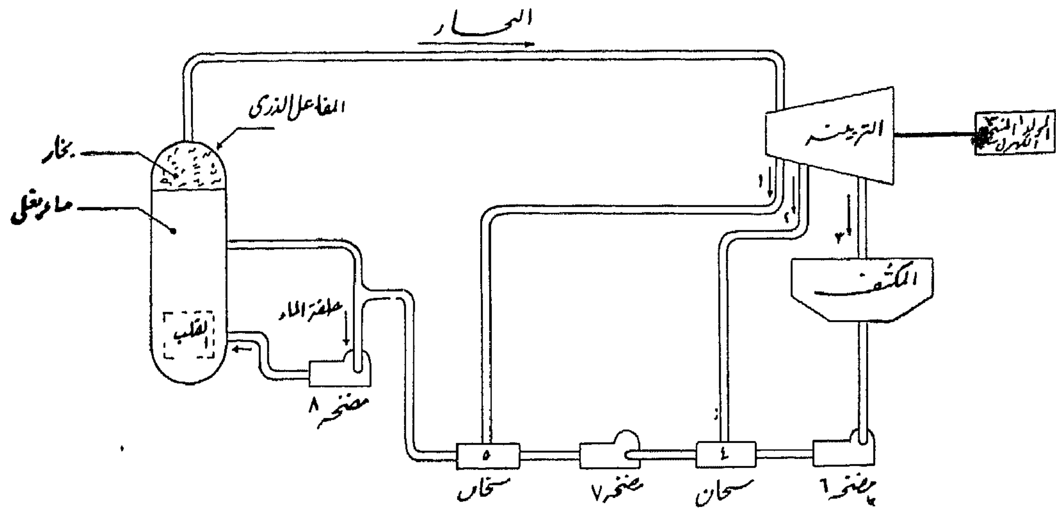


شكل ٢

مفاعل ذرى يعمل بالماء المضغوط لانتاج الطاقة الكهربية .

اما شكل (٣) فيبين مفاعلا ذريا يعمل بالماء المضغوط (أى الماء وهو تحت ضغط كبير) لانتاج الطاقة الكهربية ، حيث تتسبب الطاقة الحرارية المتولدة من التفاعل النووى فى تسخين الماء المضغوط داخل المفاعل لدرجة أكبر قليلا من ٣٠٠ درجة مئوية ــ ثم ينتقل هذا الماء المضغوط الى منتج البخار بواسطة أنابيب حيث يفقد جزءا من طاقته فى انتاج البخار فتقل درجة حرارة الماء المضغوط لتصبح حوالى ٢٧٠ درجة مئوية ، ثم يضخ ثانية الى المفاعل . يتدفق البخار الى داخل

التربينة بضغط مقداره حوالى ٥٠ كيلو جراماعلى السنتيمتر المربع ، ويستمر العمل كما فى المفاعل الذرى الذى يعمل بالماء المغلى والسابق شرحه . تصل الكفاءة الحرارية الى ٣٠٪ فى المفاعلات التى سعتها نصف مليون كيلو وات .

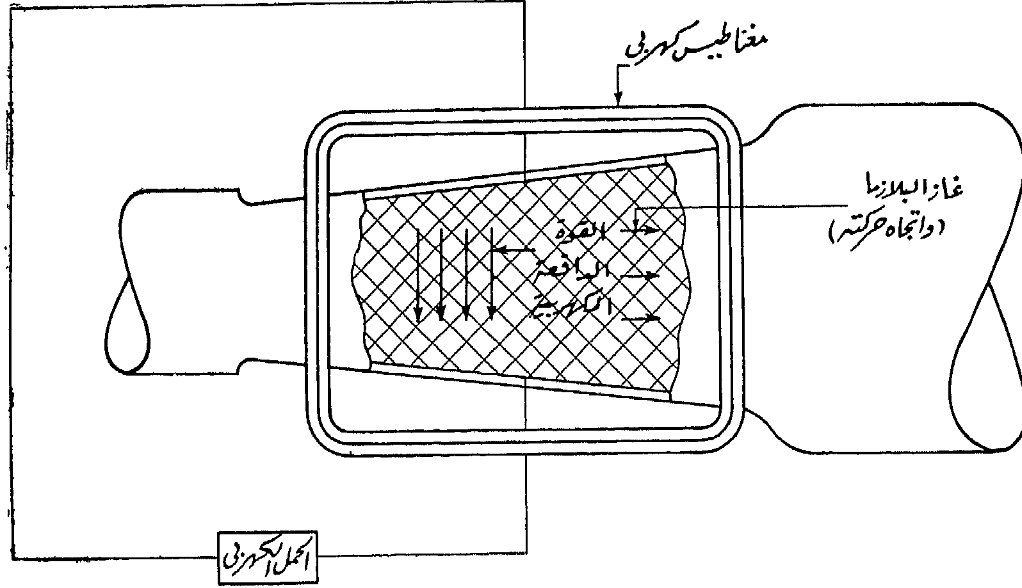


شكل ٣

مفاعل ذرى يعمل بالماء المغلى لانتاج الطاقة الكهربية .

نعود ثانية الى المنتجات الكهربية التى تعمل بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسي ، انها آلات حرارية ولكن مادة التشغيل فيها هى غاز البلازما أو المعادن المنصهرة ، وليست البخار أو الهواء الساخن ـ والبلازما هى غاز فى حالة تأين ، أى غاز فصلت فيه الالكترونات عن الذرات واصبح يتكون من الكترونات طليقة ذات شحنة كهربية سالبة ، وايونات ذات شحنة كهربية موجبة ولكن الغاز فى مجموعه متعادل كهربيا ، أى لا هو سالب التكهرب ولا هو موجب التكهرب ، ان البلازما موصلة الى حد ما للكهرباء .

اذا حركنا سلكا معدنيا فى مجال مغناطيسى نتج عند طرفى السلك ضغط كهربى ، واذا وصلنا طرفى السلك بفتيل مصباح كهربى يضىء المصباح كما ذكرنا سابقا ، لقد تحولت الطاقة الحرارية الى طاقة كهربية ـ وعلى هذا الاساس تتولد الطاقة الكهربية فى نظام ديناميكا الموائع المغناطيسى كما فى النظام التقليدى .



شكل ٤

النظريات الاساسية فى نظام ديناميكا الموائع المغناطيسى .

شكل ٤ يبين النظريات الاساسـية فى نظامديناميكا الموائع المغناطيسى :

يتدفق غاز البلازما أو المعدن المنصـهر منمصدر ذى ضغط كبير المقدار (من اليسـار الى اليمين) ويمر فى مجـال مغناطيسى متعامد علىحركة الغاز فتتولد قوة دافعة كهربية (أى ضغط كهربى) فى الاتجاه العمودى على كل من حـركةالغاز والمجال المغناطيسى ، فاذا وصـلنا حمـلا كهربيا بواسطة طرفين مر تيار كهربى فى الحمـلوحصلنا على طاقة كهربية (تستهلك فى الحمل) والسؤال الآن هو : من أين حصـلنا على هـذهالطاقة ؟ انها « طاقة الضغط » التى تجعل الغاز يتدفق من اليسار الى اليمين ــ ان هذا المنتـجالكهربى يماثل المنتج الكهربى التقليدى ، والذى فيه يتحرك موصل من النحاس فى مجال معناطيسىفعندما يتصل السلك بحمل كهربى يمر فيه تيار كهربى وتستهلك طاقة كهربية ، ولكن الطاقة فىهذه الحالة طاقة ميكانيكية تأتى عن طريق المحرك الذى يحرك السلك فى المجال المغناطيسى ــ أما منوجهة الديناميكا الحرارية فان عمل المنتج الكهربى فى نظام ديناميكا الموائع المغناطيسى يشـبه عملالتربينة التى تعمل بالغاز ، ذلك لأن الطاقة التى نحصل عليها من التربينة تأتى عن طـريق طاقةالضغط التى تجعل الغاز يتدفق من التربينة .

لنبدأ أولا بالمعـدات التى تعمـل بالبلازما كغـازتشغيل :

١ ــ هناك نوعان من هذه المنتجات احدهمايعمل بالدورة المفتوحة والآخـر يعمـل بالدورة المغلقة ــ فالنوع الذى يعمل بالدورة المفتوحة هوالأهم ويستخدم فيه الهواء المؤين ، أو الهـواء

المطعم بالمواد التى يسهل تأينهــا والتى تزيد من درجة توصيله الكهربى ، ويستخدم هنا الوقود التقليدى (الفحم مثلا) وتصل درجة حرارة الهواء الى ثلاثة آلاف درجة مئوية ، كما تصل كفاءة الدورة الكاملة ٥٠ ٪ ــ ولكن نتيجــة للارتفــاع الكبير فى درجة الحرارة تظهر بعض الصعوبات التى يجب التغلب عليها واهمها التآكل والعزل الكهربى . اما فى النوع الذى يعمل بالدورة المغلقة فالوقود هو الوقود النووى ، ولا يحتمل زيادة درجة حرارة غاز التشغيل عن ٨٠٠ درجة مئوية فتقل الكفاءة كما تقل درجة التوصيل الكهربى للغاز ويجدر بناهنا أن نذكر أن الآلة التى تعمل بنظــام ديناميكا الموائع المغناطيسى هى جزء من الآلة الحرارية ،ومعنى ذلك أن زيادة درجة حرارة غاز التشغيل تزيد من كفاءة الآلة .

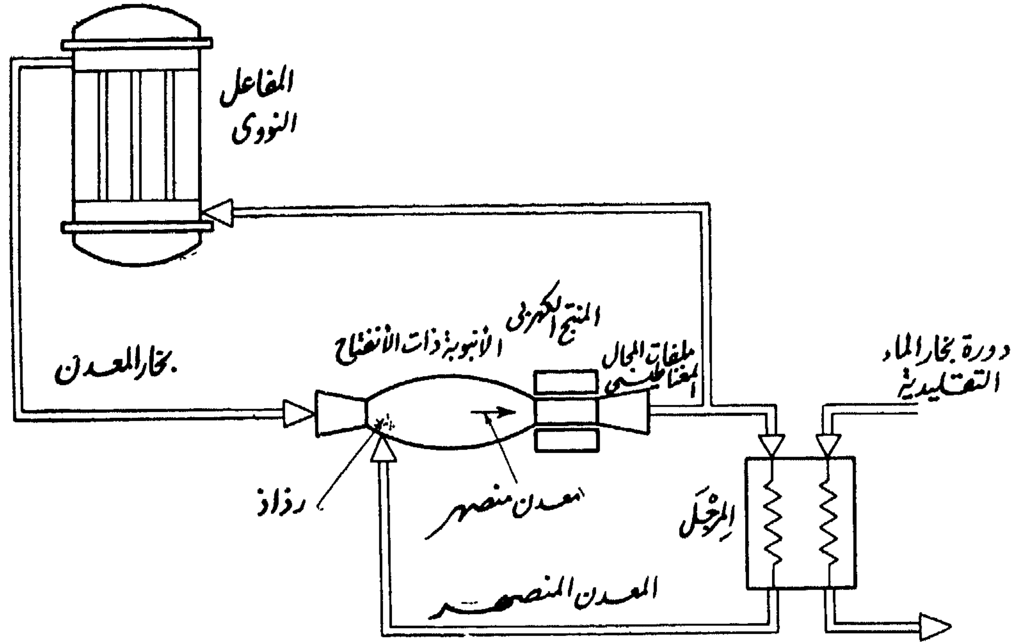
ان الصعوبة الأساسية فى هذه الالآت الكهربية هى كيفية الحصول على درجة كبيرة من التوصيل الكهربى لغاز التشغيل . تزداد درجة التوصيل الكهربى فى الغاز بمعدل كبير مع الارتفاع فى درجة الحرارة ، ومع ذلك فدرجة توصيل الغازات عند أكبر درجة حرارة يمكن الحصول عليها ، لا تزال منخفضة جدا وغير مفيدة فائدة فعالة ، وللتغلب على هذه الصعوبة يطعّم الغــاز بمــادة يســهل تأينها . فعند اضافة جــزء من مائــة من مــادة البوتاسيوم الى لهب الكيروسين والاكسجين نصل درجة توصيل هذا الغاز عند ٣٠٠٠ ْ مئوية الى جزء من مليون جزء من درجة توصيل النحاس ، وهى درجة توصــيل كافيــة ومعقولة وعمليــةــ تتناسب القدرة الكهربيــة التى تنتجها هــذه المعدات الانتاجية مع درجة التوصيل الكهربى لغاز التشغيل ومع حجم الآلة ــ ان المفقودات فى هذه الآلة ناشئة من انتقال الحرارة واحتكاك الغــاز بالجدران والطاقــة الكهــربية اللازمـــة للملف المغناطيسي ، وهذه المفقودات تقل نســبتها كلما زاد حجم الآلة . وعلى ذلــك فان آلة واحدة من هذا النوع سوف تبلغ قدرتها عدة مئات الآلاف من الكيلو وات ، وبناء عليه سوف تعمل فى المحطات الكهربية الحديثة ذات القدرات الكبيرة .

المعدات التى تعمــل بالمعادن المنصـــهرة كمائــع تشغيل :

٢ ــ لقد تمكن المهندســون من التغلب على صعوبة الحصول على توصيل كهربى معقول عند درجات الحرارة المنخفضة نسبيا، وذلك باستعمال المعادن المنصهرة الجيدة التوصيل الكهربى كمائع تشغيل .

يمثل شكل (٥) احد هذه الانظمة ــ حيث يتبخر جزء من المعدن المنصهر فى المفاعل النووى نتيجة لطاقته الحرارية العالية ، وعند مروره فى الانبوبة ذات الانفتاح يتمدد ، وتتحول طاقته الى طاقة حركية ، فيتدفق بخار المعدن داخل الانبوبةــ وفى نفس الوقت يدخل المعدن المنصهر فى صورة رذاذ الى الانبوبة ، وعندما يختلط الرذاذ بالبخار السريع يتكثف الاخير حول رذاذ المعدن المنصهر ، ويتبادلان كمية الحركة والنتيجة هي تدفق المعدن المنصهر داخل المنتج الكهربي بسرعة عالية وهــو تحت تأثير المجال المغناطيسى فيتحول جــزء من طاقته الحركية الى طاقة كهربية ــ هذا ويمكن الاستفادة بالمعدن المنصــهر الخــارج من المنتــج الكهربى فى انتاج بخار الماء ليعمــل فى دورة بخار تقليدية كما فى الشكل . لقد تمكن المهندسون من انتاج الطاقة الكهربيــة ذات التيــار المتغير ذى الثلاثة أطوار باستخدام نظام المنتج الكهربى الخطى التأثيرى . ولكنى أود أن أضيف هنا انه لا تزال

هناك عقبات يجب التغلب عليها قبل تعميم هذاالنظام فى محطات القوى الكهربية المركزية اهمها التخلص من بخار المعدن حتى لا يتدفق الى المنتجالكهربى فيتلف بعض اجزائه .



شكل ٥

احد المعدات التى تعمل بالمعادن المنصهرة فى نظام ديناميكاالموائع المغناطيسى .

٣ ـ هناك نوع من هذا النظام يربط دورةالمعدن المنصهر مع الدورة التقليدية لبخار المعدن أى أن هناك دورة مزدوجة تجمع بين دورة البخارودورة السائل (وهو المعدن المنصهر) ، والهدف من ذلك هو الحصول على طاقة كهربية أكثر كفاءةوأكثر اقتصادا من أى من البخار والسائل . وتتلخص أسس هذا النظام فى أن الطاقة الحراريةتنتقل من المفاعل النووى الى المعدن المنصهر ـ ثم يتحول جزء من الطاقة الحرارية للأخير الى طاقةكامنة لتبخير جزء من السائل المنصهر ، ثم تحويل الجزء الاكبر من الطاقة الحركية للمعدن المنصهرالى طاقة كهربية فى المنتج الكهربى .

والواقع ان هناك انواعا كثيرة من هذا النظاموفيما يلي شرح لاحداها **(شكل ٦) :**

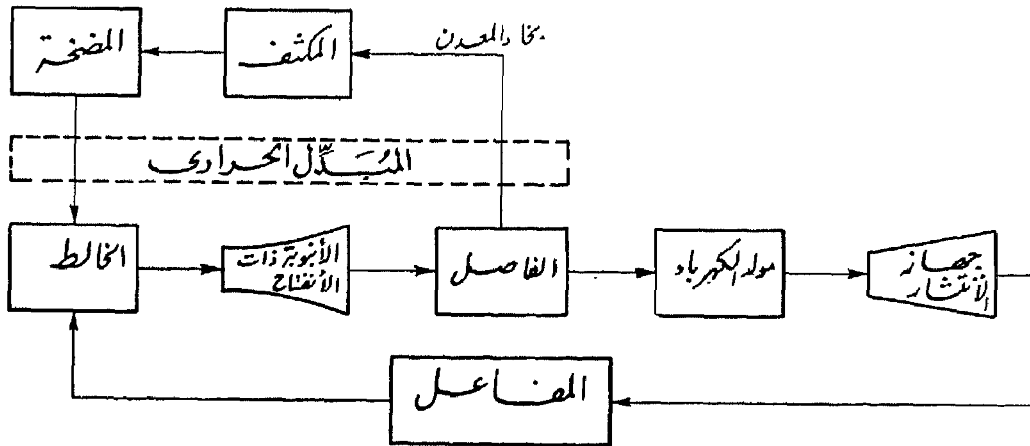
عندما يمر بخار المعدن « بالمكثّف » يتكثفويخرج منه وهو فى حالة سائل ، حيث يضخ بواسطة مضخة الى « الخالط » ـ وعند ملامستهللسائل الساخنبالخالط ـ يتبخر ـ وعند مرور كل من السائل والبخار فى الانبوبة ذات الانفتاحيتمدد البخار ويتبادل مع السائل كمية الحركة فتزداد سرعة السائل فيتدفق داخل المنتجالكهربى تحت تأثير المجال المغناطيسى منتجا الطاقة الكهربية .

عندما يتمدد البخار في الانبوبة ذات الانفتاح ويمر ومعه السائل في الفاصل ينفصل البخار عن السائل حيث يمر الاول في المكثف وتبدأ عملية الضخ ثانية وهكذا .

ولزيادة كفاءة هذه الدورة المزدوجة يمر البخار (أثناء مروره من الفاصل الى المكثف) في « مبدل » حرارى فيبرد ، كما يمر السائل بعد ضخه في المبدل فيسخن ، كما في الشكل .

وللمقارنة بين استخدام البلازما واستخدام المعدن المنصهر نذكر المثل الآتى : في حالة المعدن المنصهر تصل الكفاءة الى ٥٠٪ عند درجة حرارة أقصاها ٩٠٠ درجة مئوية فقط وتصل الى ٥٥٪ عند درجة حرارة أقصاها ١٢٥٠ درجة مئوية ــ أما في حالة البلازما (واستخدام غاز الهيليوم) تصل الكفاءة الى ٥٠٪ في الدورة المغلقة عند درجة حرارة ١٧٠٠ درجة مئوية ، والى ٥٠٪ في الدورة المفتوحة عند درجة حرارة ٣٠٠٠ درجة مئوية .

• • •



شكل ٦

نظام الجمع بين دورة السائل المنصهر ودورة البخار في نظام ديناميكا الموائع المغناطيسي .

و ــ بطاريات الوقود :

البطاريات الكهربية عموما هي معدات لتحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربية وذلك عن طريق احتراق الوقود الكيميائي ، ونتيجة لهذا الاحتراق تنطلق الالكترونات (وهي غاز التشغيل) وتسير في الحمل الكهربي (وهو مصباح كهربي مثلا) فتتحول معظم طاقة هذا الوقود الى طاقة كهربية . ان مادة الوقود هي القطب السالب للبطارية ، أما مادة هذا الوقود الى طاقة كهربية . ان مادة الوقود هي القطب السالب للبطارية ، أما مادة الاحراق (أي المادة التي سوف تسبب احتراق

هذا الوقود) فهى اما مادة القطب الموجب ، واماالمادة الناتجة من التفاعل الكيمائي للقطب الموجب، أي ان مادة الاحراق هى مادة القطب الموجبسواء كانت بطريق مباشر ام بطريق غير مباشر .

والفرق الاساسى بين بطاريات الوقودوالبطاريات التقليدية المعروفة هو أن مادة الوقود ومادة الاحراق (فى البطاريات التقليدية) هما قطباالبطارية نفساهما وهما غالبا مواد صلبة ، اما فى بطاريات الوقود فان هذه المواد هى مواد غازيةتتدفق الى البطارية (من مصدر خارجي عن طريق أنابيب توصيل) بمعدل يتناسب مع معدلسحب الطاقة الكهربية من البطارية . اما الاقطاب فهى منفصلة ولا شأن لها بالاحتراق ، فبطارياتالوقود هى معدات حقيقية لتحويل الطاقة وليست معدات لتخزين الطاقة الكيميائية فقط كما فىالبطاريات التقليدية .

وتتراوح كفاءة التحويل فى بطاريات الوقودبين ٦٠٪ ، ٩٠٪ كما يتراوح وزنها وحجمها بين جزء من عشرة الى جزء من مائة من وزن وحجمالبطاريات التقليدية عندما تنتج نفس الطاقة الكهربية . وتعتبر بطاريات الوقود احد انواعالبطاريات الابتدائية ، وبذلك يجدر بنا هنا أن نقدم بعض تفصيلات عن البطاريات التقليدية ثميلى ذلك تفصيل لبطاريات الوقود .

يمكن تقسيم البطاريات الكهربية التقليدية الى مجموعتين هما : البطاريات الابتدائية والبطاريات الثانوية (او بطاريات الخزن) .

ينتهى عمر البطارية الابتدائية عندما تتحولالطاقة الكيمائية المخزونة بها الى طاقة كهربية ، اى عندما يتم احتراق الوقود الكيمائى المخزونبها ، اما البطارية الثانوية فان حياتها لا تنتهى عند ذلك ، فعندما تتحول طاقتها الكيمائيةالمخزونة الى طاقة كهربية يمكن اعادة البطارية الى حالتها الأولى ، اى خزن طاقة كيمائية داخلها مرةأخرى ، وذلك بامرار تيار كهربى فيها (فى الاتجاه العكسى) ويسمى هذا « بشحن البطارية » ويمكنشحن البطارية الثانوية مرات عديدة — ومعنى ذلك ان التفاعل الكيمائى فى البطاريات الثانويةيجب أن يكون قابلا للانعكاس .

وتتكون البطارية ، سواء كانت ابتدائية أمثانوية ، من عدد من الخلايا متصلة بعضها بالبعض الآخر حتىيمكنها أن تعطىالتيار الكهربىوالضغطالمطلوبين فمثلا تتكون بطارية الراديو (الستة ڤولت) من أربع خلايا متصلة على التوالى كلخلية تعطى ضغطا كهربيا مقداره ڤولت ونصف ، فالخلية هى وحدة البطارية .

وحيث أن أداء البطارية يتوقف على التفاعلالكيمائى **فسوف أقدم شرحا مبسطا للتفاعل الكيمائى عموما** ، وحيث أن التيار الكهربى داخلالبطارية هو تيار أيونى (اى يتكون من أيونات) وليس تيارا الكترونيا (كالتيار الكهربى الذى يمرفى الاسلاك خارج البطارية) ، فسوف أقدم **كذلك شرحا مبسطا لعملية التأين .**

ان طاقة الالكترونات الخاصة بأبعد طبقةمن النواة هى أقل طاقة ، وان الكترونات هذه الطبقة هى التى تحدد الخواصالكيمائيةوالطبيعيةللمادة ، وهى تسمى **« الالكترونات المتحفزة أو المستعدة »** ، فهى دائما فى حالة استعداد وتحفزللتفاعلات الكيمائية والتوصيل الكهربى كما ذكرنا

سابقا فى تكوين الذرة . فعند اذابة كلوروالصوديوم (وهو الاسم الكيمائى لملح الطعام) فى الماء فانه يتحلل الى أيون من الصوديوم موجب التكهرب ، وأيون من الكلورين سالب التكهرب . والمعروف ان عدد الالكترونات المتحفزة فى ذرة الكلورين هو سبعة فى حين ان لذرة الصوديوم الكترون واحد متحفز . فعند اذابة كلورور الصوديوم فى الماء فان الالكترون المتحفز الخاص بذرة الصوديوم يتركها ويلتحق بذرة الكلورين مكونا « أيون كلورين » سالب التكهرب يشتمل على ثمانية الكترونات فى الطبقة الخارجية ويصير اكثر تماسكا ، كما تصبح ذرة الصوديوم « أيون صوديوم » موجب التكهرب خال من الالكترون المتحفز الحائر . فعند اذابة مادة المحلول الكهربى المركبة الصلبة فى الماء فانها تتحول الى أيونات سالبة ، تماما كما يحدث لكلورو الصوديوم الذى سبق شرحه ، وقد يكون هذا التحليل كليا أوجزئيا ، اى ان المحلول الكهربى ما هو الا سائل يحتوى على أيونات موجبة التكهرب وأيونات سالبة التكهرب ، فهو وسط كهربى ذو توصيل أيونى .

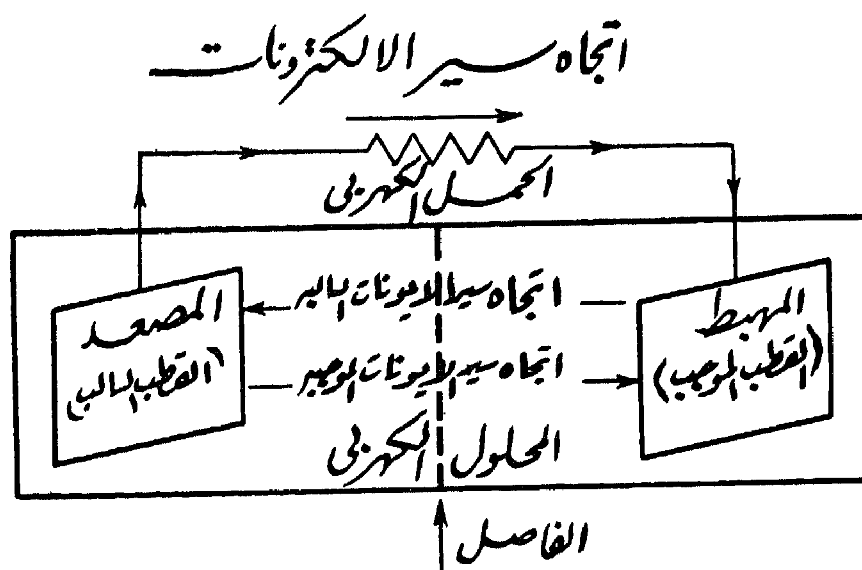
ان جزىء كلورور الصوديوم (مثلا) فى حالته البلورية الصلبة يتكون فى الحقيقة من أيون صوديوم موجب التكهرب وأيون كلورين سالب التكهرب ، وذلك حتى يكون الجزىء متماسكا تماسكا شديدا نتيجة لقوة التجاذب الكهربية بين الايونين . فاذا وضع كلورور الصوديوم فى الماء فانه يتعرض للمجال الكهربى لجزيئات الماء ، ذلك لأن جزىء الماء جزىء مستقطب ، بمعنى أن مركز ثقل شحنته الموجبة لا ينطبق على مركز ثقل شحنته السالبة بل يبعد عنه ، فتوجد اذن قوة كهربية بين الشحنتين ، وتحاول هذه القوة الكهربية ان تتغلب على قوة التجاذب بين أيون الصوديوم الموجب وأيون الكلورين السالب ، وتحاول أن تبعدهما عن بعضهما فيتفكك رباط التماسك وتزداد المسافة بينهما ويذوب بعض كلورور الصوديوم فى الماء وهو فى شكل أيونات صوديوم موجبة التكهرب وأيونات كلورين سالبة التكهرب ـ ويحوط أيونات الصوديوم الموجبة التكهرب جزيئات الماء المستقطبة وشحنتها السالبة متجهة نحو أيونات الصوديوم (نتيجة للتجاذب الكهربى) كما يحوط أيونات الكلورين السالبة التكهرب جزيئات الماء المستقطبة وشحنتها الموجبة متجهة نحو أيونات الكلورين ، ويسبح الجميع فى المحلول .

أما التفاعل الكيمائى فهو ضم ذرات من بعض المواد أو تفرقة ذرات منها بحيث لايعترى الذرات اى تغيير فى شخصيتها أثناء الانضمام اوالتفرقة ، وينتج من هذا التفاعل الكيمائى جزيئات تختلف عن الجزيئات الداخلة فيه ـ فمثلا عند تفاعل الكربون مع الاكسجين تنضم ذرة من الكربون مع ذرتين من الاكسجين (اى مع جزىء من الاكسجين) وينتج من هذا الانضمام (أو التفاعل) جزىء من ثاني أكسيد الكربون (هو عبارة عن ذرة من الكربون وذرتين من الاكسجين) قد يكون التفاعل الكيمائى مصحوبا باطلاق طاقة أو مصحوبا بامتصاص للطاقة ، وذلك تبعا لنوع التفاعل ، وقد تكون الطاقة حرارية وقد تكون كهربية ، والسؤال الآن هو : من أين تأتى هذه الطاقة ؟ انها تأتى على حساب الكتلة ، فكتلة المواد المتفاعلة تختلف عن كتلة المواد الناتجة من التفاعل ـ فاذا كان التفاعل الكيمائى مصحوبا باطلاق طاقة فان كتلة المواد الناتجة من التفاعل ، وقد تكون الطاقة حرارية وقد تكون ان هذا الاختلاف فى الكتلة هو اختلاف طفيف ، حتى انه يمكننا القول أن لاتغيير فى كتلة المواد المتفاعلة من الناحية العملية الهندسية . ان

الكتلة والطاقة تعبران عن شيء واحد ، فالكتلةهى طاقة مركزة والطاقة هى كتلة طليقة — وفى هذا يتشابه التفاعل الكيمائى معالتفاعل النووى،ولكن هناك فرقا أساسيا هو ان ذرات المادة فى التفاعل الكيمائى لايعتربها أى تغيير ، فهيتحتفظ بشخصيتها ولا تتأثر نواتها اطلاقا ، فالذرة تدخل التفاعل الكيمائى ككل وتخرجككل ، أى تدخل ذرة كاملة وتخرج ذرة كاملة ، والتأثير الوحيد الذى يتركه التفاعل الكيمائىهو توزيع أو تبادل الالكترونات المستعدة بين الذرات والجزيئات الداخلة فى التفاعل — أما فىالتفاعل النووى فان نواة المادة تتأثر بالتفاعل ، كما ان التغيير فى كتلة المواد المتفاعلة هو تغييرملحوظ وكبير ، ذلك لأن الطاقة الناتجة من التفاعل النووى كبيرة لدرجة مذهلة ، فالجرامالواحد من المادة يساوى طاقة كهربية مقدارها ٢٥ مليون كيلو وات ساعة .

ان الطاقة المصاحبة للتفاعل الكيمائى هىالفرق بين طاقة التماسك بين الجزيئات قبل التفاعل ، وطاقة التماسك بين الجزيئات الناتجةمن التفاعل — وهذا التماسك ناتج من قوى الجذب الكهربية والمغناطيسية بين الكترونات ونووات جزيئات المادة . ومن الحقائق المعروفة أن للالكترونات فى أى نظام ذرى (أى مجموعة منالذرات) أو جزيئى (أى مجموعة من الجزيئات) طاقة ، وتتوقف هذه الطاقة الداخلية على مقدارحركة الالكترونات وعلى المستوى الطاقى الذى نسير فيه (ذلك لأن هذه الطاقة ليست انسيابيةبل هي متقطعة تقفز من مقدار الى مقدار فهي ذات مستويات محددة) — فالالكترونات المتبادلة(أثناء التفاعل الكيمائى) لها مستويات طاقات معينة محددة ، وهي فى الجزيئات قبل التفاعلالكيمائى ولها مستويات طاقات أخرى ، وهى فى الجزئيات الجديدة بعد التفاعل ، والفرق بينهذا وذاك هو الطاقة التي تصحب التفاعل الكيمائى ، فاذا علمنا أن الكتلة الفعالة للالكترونتختلف تبعا لمستواها الطاقى تبين لنا أن كتلة المواد الناتجة من التفاعل سوف تختلف عنكتلة المواد الداخلة فيه ، وواضح أن هذا التغيير طفيف جدا ، فهو تغيير فى الكتل الفعالةللالكترونات المتبادلة أثناء التفاعل .

نعود ثانية الى تكوين وحدة البطارية(الخلية) — تتكون هذه الخلية من اربعة اجزاء هى المصعد ، والمهبط ، والمحلول الكهربى ثمالفاصل (شكل ٧) — فالمصعد — هو قطب البطارية السالب ، انه الوقود الكيمائى ، حيثتنطلق منه الالكترونات بسهولة (وهى غاز التشغيل) الى دائرة الحمل الخارجية ، وهويعمل كيمائيا كعامل اختزال بمعنى أنه يقوم باختزال الايونات السالبة التكهرب الآتية اليهعن طريق المحلول الكهربى ويتأكسد (أى يحترق) هو نتيجة لذلك ، وعندما تنطلق الالكتروناتمن المصعد تصبح بعض ذراته أيونات موجبة التكهرب . أما « المهبط » فهو قطب البطاريةالموجب حيث يستقبل الالكترونات بسهولة من دائرة الحمل الخارجية ، فهو يعمل كيمائياكعامل مؤكسد بمعنى انه يقوم باكسدة جزيئات الماء بالاستعانة بالالكترونات مكونا أيونات« الهيدروكسيد » السالبة التكهرب والتى سوف تحرق الوقود ، ويختزل نتيجة لذلك .أما **المحلول الكهربى** فهو الوسط الذى تنتقل فيه الايونات ، فالأيونات الموجبة تنتقل منالمصعد الى المهبط وتتفاعل كيمائيا مع مادته والايونات السالبة تنتقل من المهبط الى المصعدوتتفاعل مع مادته . وقد يكون المحلول الكهربى قلويا وقد يكون حمضيا . اما « الفاصل » فهومادة عازلة ، غير قابلة للتفاعلات الكيمائية (وهى ذات مسام) ، لفصل المهبط عن المصعد .



شكل ٧

المكونات الأساسية لوحدة البطارية – مبينا عليها اتجاه سير الالكترونات والأيونات أثناء التفريغ (أى أثناء استهلاك الطاقة الكهربية) .

نختار مادة المصعد بحيث تحتوى طبقتها الاخيرة على الكترون واحد (أو الكترونين أو ثلاثة) حتى يسهل انطلاق الالكترونات منها بسهولة – وحيث ان اغلب العناصر المعدنية يتوفر فيها هذا الشرط نجد أن مواد المصعد المستخدمة فى البطاريات هى مواد معدنية وهى : الصوديوم (الكترون واحد متحفز) ، المنجنيز (الكترونان متحفزان) ، المجنزيوم (الكترونان متحفزان) ، الحديد (الكترونان متحفزان) ، والزنك (الكترونان متحفزان) ، الالومنيوم (ثلاثة الكترونات متحفزة) ، الكادميوم (ثلاثة الكترونات متحفزة) ، الانديوم (ثلاثة الكترونات متحفزة) ، الرصاص . كذلك يصلح غاز الايدروجين كمادة للمصعد ، ذلك لأن الايدروجين يحتوى على طبقة واحدة بها الكترون واحد ، يستخدم الايدروجين كمادة للمصعد فى بطاريات الوقود .

كما نختار مادة المهبط بحيث ينقصها الكترون واحد أو الكترونان (تبعا لما هو متحفز فى مادة المصعد) لكى تصبح اكثر تماسكا – ان أغلب مواد المهبط هى أكسيد المعادن أو ثانى أكسيد المعادن أو كلوريد المعادن ، ومن امثلتها : اكسيد الفضة ، اكسيد الزئبق ، اكسيد النحاس ، اكسيد البزموت ، ثم ثانى اكسيد الرصاص ، ثانى اكسيد المنجنيز ، ثانى اكسيد النيكل ، ثم كلوريد الفضة ، كلوريد النحاس . كذلك تصلح جزيئات الاكسجين كمادة للمهبط كما هو الحال فى بطاريات الوقود .

أما المادة المركبة التى يتكون منها المحلول الكهربى فيجب أن يتوافر فيها شرطان أساسيان

عند اختيارها : الشرط الاول انه يسهل تأينهااذا اذيبت فى الماء ، وبناء على ذلك يجب أن تتكون من مركب يشتمل على ذرة عنصر معدنى (أو ذرةايدروجين) وجزىء عنصر آخر (أو عنصرين آخرين) بحيث تحتوى الطبقة الاخيرة (طبقةالالكترونات المستعدة) لذرة العنصر المعدنى على الكترون متحفز حائر (أو على اثنين أو ثلاثة)بحيث ينقص الجزىء الكترونا واحدا (أو اثنين أو ثلاثة على الترتيب) حتى يصبح أكثر تماسكا ــ ومن أمثلة ذلك هيدروكسيد البوتاسيوم وهيدروكسيد الصوديوم ، بروميد المجنزيوم ،حامض الكبريتيك المخفف وغير ذلك . فعند اضافة الماء الى هيدروكسيد البوتاسيوم يتحلل الى أيون بوتاسيوم موجب التكهرب (هو عبارة عن ذرة البوتاسيوم وقد فقدت الكترونها المتحفزالحائر) وايون هيدروكسيد سالب التكهرب (هو عبارة عن جزىء الهيدروكسيد وقد انضم اليه الالكترون الحائر واصبح أكثر تماسكا) ــ وبالمثل يتحلل هيدروكسيد الصوديوم الى أيونصوديوم موجب التكهرب وأيون هيدروكسيد سالب التكهرب ــ أما بروميد المجنزيوم فانهيتحلل الى أيون مجنزيوم موجب التكهرب (هو عبارة عن ذرة المجنزيوم وقد فقدت الكترونيهاالمتحفزين الحائرين) وأيون بروميد سالب التكهرب (وهو عبارة عن جزىء البروميد الذىيتكون من ذرتين من عنصر البروميد وقد انضم الى كل ذرة الكترون) ــ ينقص ابعد طبقةمساعدة لذرة البروميد الكترون واحد لكى تصبح كاملة العدد ــ أما حامض الكبريتيك فهويتحلل الى أيون ايدروجين موجب التكهرب (هو فى الحقيقة ذرتا ايدروجين فقد كل منهماالكترونا) وايون كبريتات سالب التكهرب (أى جزىء كبريتات وقد انضم اليه الالكترونان) .

اما الشرط الثانى فيجب أن يكون هناكتوافق بين مادة المحلول الكهربى وبين مادتى المصعد والمهبط اللذين سيتزاوجان لانتاج وحدةبطارية .



وفيما يلي شرح مبسط لكيفية أداء أحدالبطاريات الابتدائية ذات المحاول السائل ولتكن بطارية ((الزنك وأكسيد النحاسيك)) ــ ويمكنتطبيق نفس الشرح على أى نوع من أنواع البطاريات ابتدائية كانت أم ثانوية .

تتكون هذه البطارية من مصعد من الزنك(هو الوقود الكيمائى) ومهبط من أكسيد النحاسيك (وهو المادة التي سوف تحرقالوقود أى انه مادة الاحراق ، وهو جزىء يشتمل على ذرة نحاس وذره أكسجين) ومحلولكهربى من الصودا الكاوية (أى هيدروكسيد الصوديوم) .

عند اذابة الصودا الكاوية فى الماء تتحللالى أيون هيدروكسيد سالب التكهرب وأيون صوديوم موجب التكهرب كما ذكرنا سابقا ــوحيث أن مصعد الزنك مبلل بالمحلول الكهربى وأن الزنك يسهل تحليله (كما ذكرنا سابقا أيضا)الى أيون زنك موجب التكهرب والكترون (سالب التكهرب) فيتحد ايون الهيدروكسيد السالبالتكهرب مع ايون الزنك الموجب التكهرب (ويكونان جزيئا من هيدروكسيد الزنك المتعادلكهربيا) ويخرج الكترون الى دائرة الحمل الخارجية ، ومعنى ذلك ان الزنك قد احترقواطلق غازا الكترونيا نتيجة لذلك الاحتراق . اما

المهبط وهو اكسيد النحاسيك فانه يستقبل الالكترون الآتى اليه من دائرة الحمل فيسهل اتحاده مع الماء الموجود بالمحلول الكهربى ، فيتحد جزيئان من أكسيد النحاسيك مع جزىء من الماء حيث يتكون جزىء من اكسيد النحاسوز (وهو يشتمل على ذرة أكسجين وجزىء نحاس به ذرتان) وأيونان هيدروكسيد يتجهان نحو المصعد ليحرقانه .

يتبين مما تقدم أن المصعد (وهو قطب البطارية السالب) تنطلق منه الالكترونات (أى غاز التشفيل) الى دائرة الحمل الخارجية وأنه قد تأكسد (أى احترق) ـ أما المهبط فقد استقبل الالكترونات الآتية اليه من الحمل واختُزِلَ هو من اكسيد النحاسيك الى أكسيد النحاسوز ـ كما يتبين أن التيار الكهربى فى دائرة الحمل الخارجية يتكون من الكترونات فى حين ان التيار داخل المحلول الكهربى هو تيار أيونى يتكون من أيونات . كما يتبين ايضا ان مادة المصعد تتحول تدريجيا من الزنك الى هيدروكسيد الزنك (الذى يذوب فى الماء) وأن مادة المهبط تتحول تدريجيا من اكسيد النحاسيك الى أكسيد النحاسوز (وهذا الاخير يتحول الى نحاس) ، ويستمر هذا التحول حتى لا تستطيع البطارية انتاج طاقة كهربية (الا قليلا جدا) فينتهى عمرها .

تقدر سعة البطارية عموما بعدد « الامبيرساعة » أو عدد « الوات ساعة » التى تُسحب من البطارية اثناء تفريغها ، وتعتمد السعة على حجم البطارية وعلى معدل سحب الكهرباء منها ــ فاذا زاد حجم البطارية زادت سعتها ــ واذا قل معدل سحب الكهرباء منها زادت سعتها أيضا ، والزيادة الاخيرة ناتجة من زيادة كفاءة تحويل الطاقة من كيميائية الى كهربية .

تنقسم البطاريات الابتدائية الى أنواع مختلفة أهمها البطاريات الجافة والبطاريات ذات المحلول الكهربى الصلب ، والبطاريات ذات المحلول الكهربى السائل .

وفيما يلي شرح مبسط للبطاريات الثانوية :

يشبه أداء البطاريات الثانوية الى حد كبير أداء البطاريات الابتدائية ، ولكن هناك تحديدا ادق لمادة المصعد ولمادة المهبط ، ذلك لأن التفاعل الكيمائى عندهما يجب أن يكون قابلا للانعكاس ــ فالتفاعل الكيمائى الذى يحدث لمادتي المصعد والمهبط عند سحب الطاقة الكهربية من البط يمكن أن يحدث عكسيا عند شحن البطارية ، أى عند امرار تيار كهربى فيهما فى عكس اتجاه السحب ، ونتيجة لهذا التفاعل العكسى تسترجع مواد المصعد والمهبط حالتهما الاولى قبل سحب الطاقة الكهربية .

المواد التى تصلح للمصعد والمهبط هى اذن محدودة فهى : الرصاص والحديد والزنك والكادميوم للمصعد ، وثانى أكسيد الرصاص وثانى اكسيد النيكل واكسيد الفضة للمهبط .

تستخدم البطاريات الثانوية فى تطبيقات متعددة واسعة النطاق ، فمنها ما يتطلب قدرة كهربية تقدر بآلاف الكيلو وات (لامداد الغواصات بالكهرباء) ومنها ما يستلزم بضع اجزاء من الالف من الوات فقط .

هناك خمسة انواع من البطاريات الثانوية هى : بطاريات الرصاص الحمضية وهي اهمها وأكثرها استعمالا ، وبطاريات النيكل والحديد القلوية ، وبطاريات النيكل والكادميوم ، وبطاريات الزنك واكسيد الفضة ، ثم بطاريات الكادميوم واكسيد الفضة .

بعض تفصيلات عن بطاريات الوقود :

بعد هذه المقدمه عن البطاريات الكهربيهالتقليدية نعود الى الموضوع الرئيسي وهو بطاريات الوقود : بطاريات الوقود هي معداتلتحويل الطاقة الكيمائية الى طاقة كهربية (ذات بيار مستمر عن طريق التفاعلات الكيمائية ، والتىهى نفاعل اكسدة عند المهبط (أى القطب الموجب) وتفاعل احتزال اى احتراق الوقود عند المصعد(أى القطب السالب) ـ ونعتبر هذه البطاريات بطاريات ابتدائية ولكنهـا تختلف عن البطارياتالتقليدية فى أن المواد الكيمائية اللازمة للتفاعلات ليست هى أقطاب البطارية ذاتها كما فى البطارياتالتقليدية ، وانما تتدفق هذه المواد الكيمائية الى البطارية من مصدر خارجى عن طريق أنابيبتوصيل بمعدل يتناسب مع معدل سحب الطاقه الكهربية من البطارية ، حيث يحدث التفاعلالكيمائى عند قطبين منفصلين لا شأن لهما بالتفاعلات الكيمائية ـ فبطاريات الوقود هىمعدات حقيقية لتحويل الطاقة وليست معدات لخزن الطاقة الكيمائية فقط كما فى البطارياتالتقليدية .

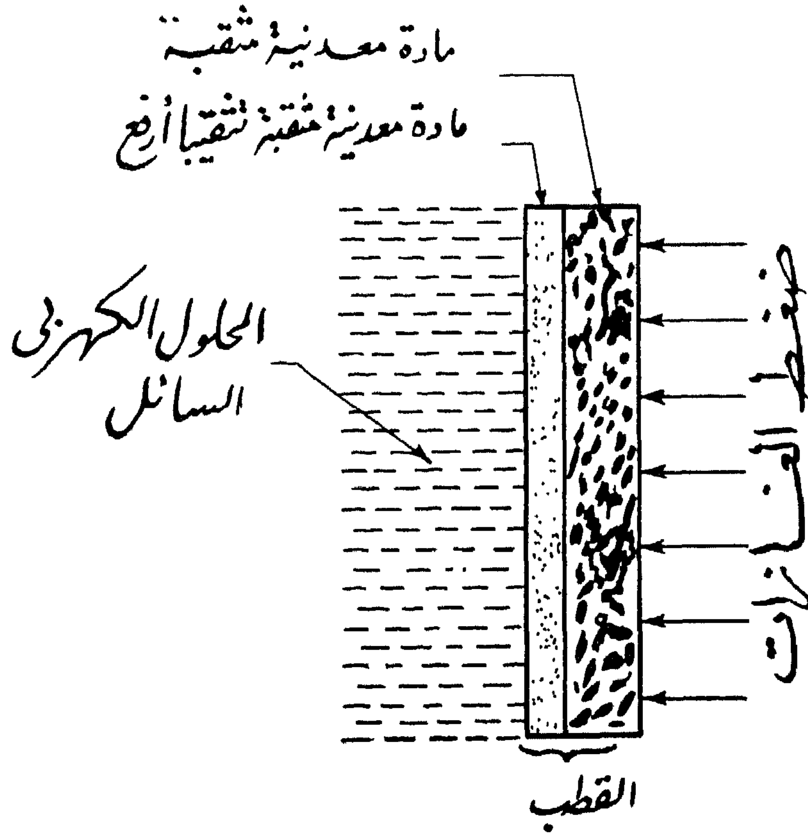
هناك نظامان من بطاريات الوقود :

(النظام الاول) وفيه يستعمل الوقودالكربونى ، وهدف هذا النظام هو استخدام طاقة الكربون بأعلى كفاءة ممكنة ، حيث يحول الكربوناولا الى غاز أول أكسيد الكربون أو الى الغاز المائى ، ثم يضغط ليتدفق نحو قطب البطاريةالسالب ، وفى نفس الوقت يضغط غاز الاحراق (الاوكسجين أو الهواء) ليتدفق نحو قطبالبطارية الموجب ـ ان نتيجة التفاعل الكيمائى النهائية هي اتحاد أول أكسيد الكربون معالاوكسجين ، فيتكون ثانى أكسيد الكربون (وهو العادم) ، ومعنى ذلك احتراق الوقود الكيمائىليتحول الى رماد .

اما فى **(النظام الثانى) :** يستخدم غازالايدروجين كوقود ، ونتيجة التفاعل الكيمائى النهائية هى اتحاد جزيئات الايدروجينمعجزيئات الاكسجين فتتكون جزيئات من الماء .

كما يمكن تقسيم بطاريات الوقود الى ثلاثةانواع تبعا لحالة المحلول الكهربى . النوع الاول وفيه المحلول الكهربى سائل ، والنوع الثانىمحلوله الكهربى عجينه (أى شبه صلب) ، أما فى النوع التالث فالمحلول الكهربى صلب .

النوع الاول : يستخدمعادة غاز الايدروجينكوقود ـ كما يستخدم الاكسجين او الهواء كغاز للاحراق (أى الغاز الذى سوف يتسبب فىاحتراق الوقود) ـ اما المحلول الكهربى السائل فهو فى العادة قلوى متل الصودا الكاوية(هيدرو كسيد البوتاسيوم) ومثل هيدرو كسيد الصوديوم ـ كما تصنع الاقطاب بحيث تسمحلغازات الوقود وغازات الاحراقبالانتشار خلالها ، حتى تتفاعل الغازات مع المحلول الكهربى السائلويحدث التفاعل الكيمائى ـ فهى تصنع من حبيبات أو مسحوق من مادة معدنية ، أو من مادةمعدنية مثل النيكل أو الفضة مثقبة ذات مسام أى بثقوب قطر اى منها حوالى جزئين من الالف منالمليمتر ، أو من كربون مثقب ـ ومعنى ذلك أنه لا بد ان تكون هناك منطقة كبيرة على سطح (وفىداخل جسم) القطب تتفاعل فيها الغازات مع المحلول الكهربى (شكل ٨) . كما يستحسن انتتدفق الغازات وهى تحت ضغط ، حتى تمنع المحلول الكهربى من سد المسام (الثقوب) .



شكل ٨

انتشار الغازات خلال مادة الاقطاب المثقبة .

ولا يفضل استخدام الوقود الكربونى (كغازأول أكسيد الكربون مثلا) والسبب فى ذلك هو أن ثانى أكسيد الكربون الناتج من احتراق الوقودسوف يتفاعل مع المحلول الكهربى السائل ، فيُستهلك المحلول الكهربى ، هذا بالاضافة الىانسداد مسام الاقطاب باملاح الكربونات .

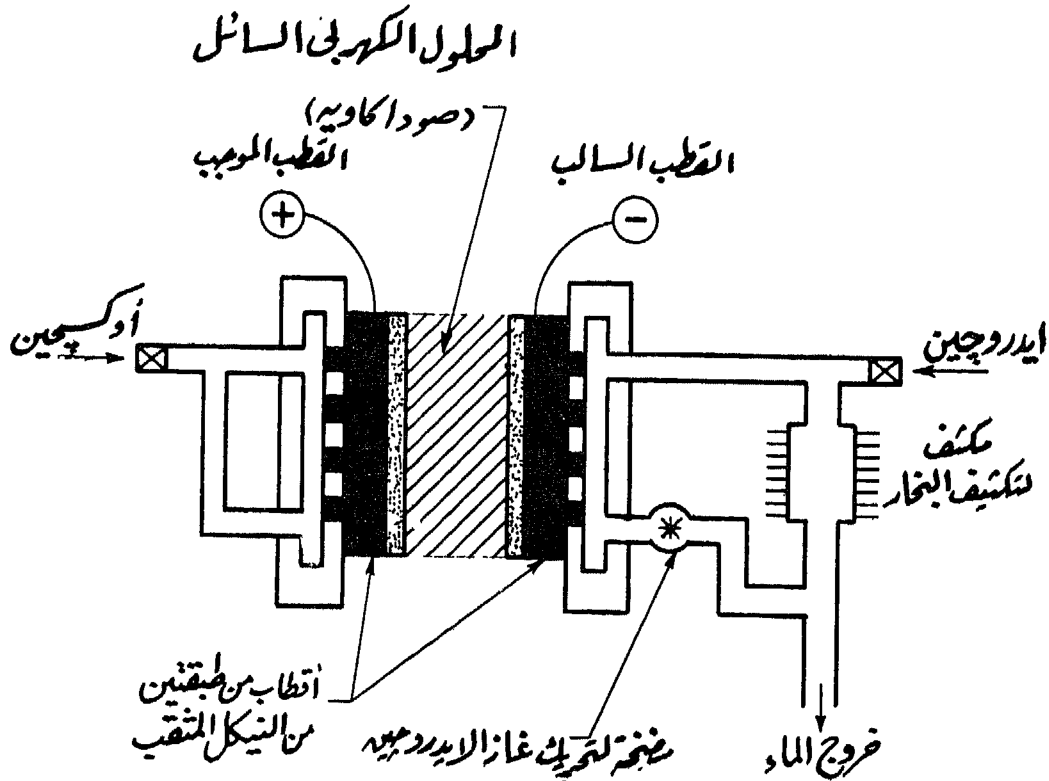
وتتم التفاعلات الكيمائية فى هذا النوع من البطاريات كما ياتى :

أولا ــ التفاعلات عند قطب البطاريةالسالب(المصعد) : تتحلل جزيئات الايدروجين (وهو الوقود) الى ذرات الايدروجين ، ثم يحترف هذاالوقود باتحاده مع أيونات الهيدروكسيد السالبة التكهرب والآتية اليه من القطب الموجب عن طريقالمحلول الكهربى ، ونتيجة هذا الاحتراق هو انطلاق الالكترونات (وهي غاز التشغيل) الىالمحل الكهربى خارج البطارية ، حيث يعمل هذا الغاز الالكترونى شغلا كهربيا هو الطاقة الكهربيةالمفيدة ، كما ينتج من هذا الاحتراق جزيئات من بخار الماء .

ثانيا ــ التفاعلات عنــد قطــب البطاريــةالموجب (المهبط) : تتحد الالكترونات (الآتيــة ، الحمل الكهربى بعد تأديتها الشــغل الكهربىالمفيد) مع الاوكسجين (وهو غاز الاحراق ، ومع زيئات الماء فتتكون أيونات سالبة التكهرب منالهيدروكسيد أساسا .

وهناك انواع متعددة من بطاريات الوقــودذات المحلول الكهربى السائل وشــكل (٩) يبين حد هذه الانواع وفيه الاقطابمصنوعة من النيكلالمثقب وهى رفيعة الســمك ، اذ يبلغ ســمكها والى ملليمتر ، وهى تتكون من طبقتين تختلفانعن بعضهما فى مقدار اقطاب التثقيب ، فالطبقة تى تواجه الغازات يبلغ قطر التثقيب بها حوالىثلاثة أجزاء من المائة من الملليمتر ، فى حين أنــه صف ذلك فى الطبقة التى تواجه المحلول الكهربىالسائل ، وهو يتكون من الصودا الكاوية والى لغ تركيزها حوالى ٢٥٪ ــ كما ان البطاريــةمجهزة بمكثف لتكثيف بخار الماء الناتج من التفاعل كيمائى عند قطب البطارية السالب ــ كما يوجدمضخة لتحريك غاز الايدروجين .

تتكون بطاريات الوقود ذات المحلول الكهربىالسائل من عدد من الوحدات (الخلايا) قد يصل لى الالف ، كما تنتج هذه البطاريات قدرة كهربية قد تصل الى عشرات الكيلو وات ــوهي تعمل عند



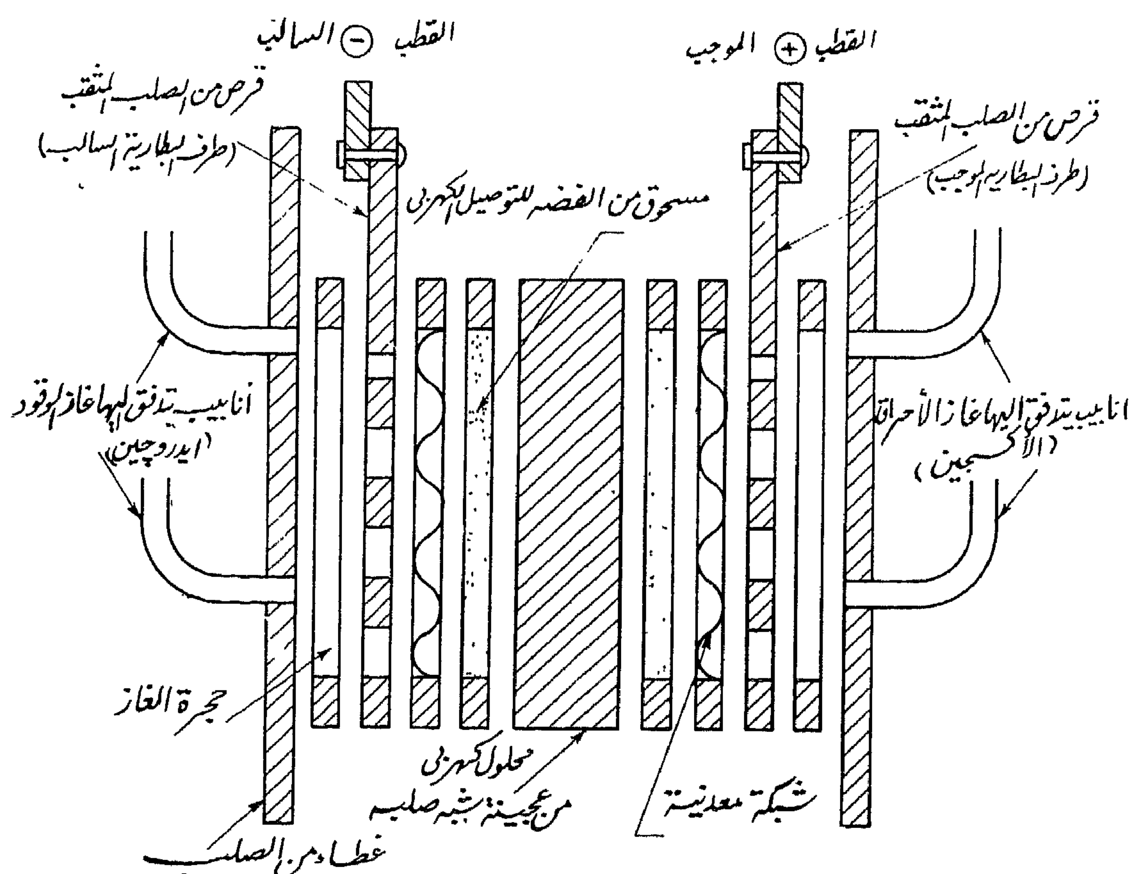
شكل ٩

بطارية وقود ذات محلول كهربى سائل .

درجات حرارة اقل من مائة درجة مئوية وذلك لأن غاز الايدروجين يتفاعل سريعا حتى عند درجات الحرارة المنخفضة ـ كما تعمل عند ضغوط معتدلة ، الا ان بعضها يعمل عند درجات من الحرارة قد تصل الى ٢٠٠ درجة مئوية واكثر ، وغازات تحت ضغوط قد تصل الى خمسين ضغط جوى وذلك للحصول على مقادير أكبر من الطاقة الكهربية لنفس الاحجام والاوزان .

النوع الثانى :

يختلف هذا النوع عن النوع السابق الذكر فى أن المحلول الكهربى عجينة شبه صلبة من أكسيد المنجنيز وكربونات البوتاسيوم وكربونات الليثيوم ـ كما أن سطح الاقطاب مكونة من مسحوق الحديد أو النيكل فى حالة قطب غاز الايدروجين (القطب السالب) وقد يكون من مسحوق الفضة فى حالة قطب غاز الاكسجين (القطب الموجب) ـ كما تجهز بطاريات هذا النوع عادة بشبكات معدنية لتمكن الاقطاب من الضغط على المحلول الكهربى ـ وشكل (١٠) يبين احدى هذه البطاريات .



شكل ١٠

بطارية وقود ذات محلول كهربى شبة صلب .

تعمل هذه البطاريات عند درجات الحرارة المرتفعة نسبيا (بين ٥٠٠ ، ٨٠٠ درجة مئوية) فهي اذن لا تتطلب غاز ايدروجين نقى كما هو الحال فى النوع الاول ـ كما يمكن استخدام غاز اول أكسيد الكربون والغاز الطبيعى كغازات وقود ، والسبب فى ذلك هو امكان الحصول على تيار كهربى كبير المقدار باستخدام هذا الوقود الكربونى عند درجات الحرارة العالية .

تتلخص صناعة هذا النوع من البطاريات فى عمل الاقطاب من حبيبات من مادة معدنية تضغط على القرص الذى يحتوى على عجينة المحلول الكهربى ، وتوضع جميعها فى وعاء محكم الغلق ومجهز بأنابيب تسمح بمرور غاز الوقود وغاز الاحراق ولا تسمح بخلطهما .

النوع الثالث :

يعتمد عمل البطاريات ذات المحلول الكهربي الصلب على الخاصية الآتية :

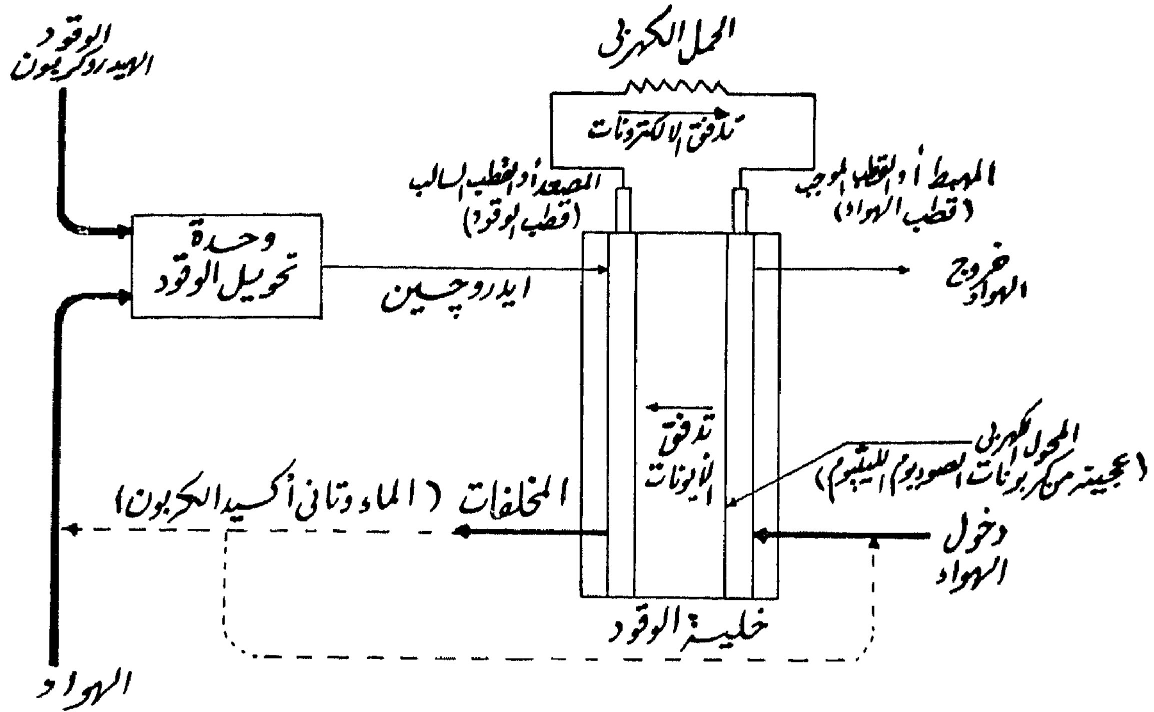
اذا رفعت درجة حرارة بعض المواد الصلبة الى حوالى ١٠٠٠ درجه مئوية فان أيوناتها تصبح قابلة للحركة وتتحرك خلال المادة الصلبة ، ومن أمثلة هذه المواد « أكسيد الزركونيوم » يستخدم غاز الايدروجين فى هذا النوع من البطاريات كوقود ، كما يستخدم غاز الاكسجين كمادة احراق .



ولا يفوتنا أن نشرح هنا باختصار بطاريات الوقود الهيدروكربوني والتى تعمل (بالجازولين والكيروسين ووقود الديزل) مع الهواء والتى سوف يكون المستقبل لها نظرا لتشغيلها بوقود رخيص شائع الاستعمال . هناك نظامان من هذه البطاريات : النظام الاول وهو الاكثر شيوعا وتقدما هو نظام الاحتراق غير المباشر ، أما الثاني فهو نظام الاحتراق المباشر ـ ففي النظام الاول يتحول الوقود الهيدروكربوني قبل احتراقه الى ايدروجين (تختلف درجة نقاوته تبعا لنوع لبطارية) ثم يحترق هذا الايدروجين عند قطب البطارية السالب أو المصعد (وهو قطب الوقود) فتنطلق الالكترونات (وهى غاز التشغيل) الى الحمل الكهربى خارج البطارية ـ شكل (١١) ـ وعند قطب البطارية السالب أو المهبط (وهو قطب الهواء) تتحد الالكترونات (الواردة من الحمل الكهربى) مع اوكسجين الهواء مكونة فى النهاية جزيئات من الماء تعمل هذه البطاريات بين ٦٠ الى ١٠٠ درجة مئوية .

اما فى نظام الاحتراق غير المباشر يتفاعل الوقود الهيدروكربونى مباشرة عند القطب السالب حيث يحترق مطلقا الالكترونات الى الحمل الكهربى الخارجى ، وتستكمل الدائرة الكهربية كما فى النظام السابق .

كما لا يفوتنا أن نقارن بين أنواع الوقود المختلفة وهى « الايدروجين » ثم الوقود الوسط واخيرا « الوقود الهيدروكربونى » .



شكل ١١

المكونات الاساسية لوحدة البطارية التى تعمل بالوقود الهيدروكربونى والهواء ـ الضغط الكهربى الناتج هو فولت واحد تقريبا .

ان الايدروجين وقود بسيط (غير مركب) قوى التفاعل ، فكل ذرة منه تفقد الكترونا أثناء التفاعل عند قطب البطارية السالب ، وهذا يفسر كثافة التيار الكهربى العاليه التى يمكن الحصول عليها باستخدام الايدروجين كوقود ـ ولكن للايدروجين بعض العيوب أهمها ارتفاع ثمنه وصعوبة تخزينه . أما « الوقود الوسط » فهو متوسط التفاعل ، متوسط الثمن ، متوسط الطاقة ، ولا توجد صعوبة كبيرة فى تداوله وخزنه ـ ومن أمثلته « الأمونيا » و « الكحول الميثيلى » .

لا شك أن المستقبل هو للوقود الهيدروكربونى وخاصة السائل منه ، وذلك بالرغم من انخفاض درجة تفاعله المركب ، نظرا لشيوع تداوله ورخصه .

ولا يفوتنى ايضا ان اقارن بين الاكسجين والهواء كغازى احراق . ليس للاكسجين تأثير ضار على عمل البطارية ولا على المحلول الكهربى ولكنه مرتفع الثمن ، بالاضافة الى صعوبة نقله وكبر حجمه وثقل وزنه . أما الهواء فهو مادة احراق بلا ثمن ، الا ان له بعض الاضرار الناتجة من تواجد النتروجين وثانى أكسيد الكربون ، فالاول قد يملأ مسام مادة المهبط فيقلل من وصول الاكسجين اليها بالاضافة الى انه قد يحمل معه (اثناء مروره فى المحلول الكهربى السائل) بخار الماء مما يؤثر على عمل البطارية ـ اما ثانى اكسيد الكربون فله تأثير ضار على المحاليل

الكهربية القلوية وذلك بتفاعله معها ككل أو بترسيبه المواد الصلبة على أقطاب البطارية ، وعلى ذلك يجب ازالة ثانى أكسيد الكربون من الهواء قبل استعماله ، او تغيير المحلول الكهربى بين آونة وأخرى .

ان أيا من أنواع البطاريات السابقة الذكر يجب أن يكون مجهزا باجهزة أوتوماتيكية لتنظيم كمية الغاز تبعا لكمية الكهرباء المطلوبة ، كما يجب أن يكون مجهزا بمعدات وقاية نتيجة لسوء التشغيل وذلك بتجهيزها بمعدات لتحديد درجة الحرارة وتحديد مقدار التيار الكهربى ومقدار الضغط الكهربى ـ كما يجب أن لا يتغير المحلول الكهربى بل يبقى بحالته وتكوينه سواء كان سائلا أم صلبا أم شبه صلب ـ وغير ذلك من التجهيزات .

ويمكنني أن أذكر بدون مبالغة أن بطاريات الوقود ذات السعة الكبيرة سوف تؤدى الى تغيير جذرى فى توزيع الشبكات الكهربية ـ والسبب فى ذلك ان كفاءة التحويل (فى بطاريات الوقود) كبيرة المقدار فهى تتراوح بين ٥٠٪ ، ٩٠٪ ولاتعتمد على حجم وسعة البطارية ، وهذا بخلاف المحطات التقليدية لتوليد الكهرباء حيث تزداد الكفاءة كلما زادت قدرة المحطة ، وهذا هو السبب الرئيسى فى انشاء المحطات التقليدية بقدرات تبلغ مئات الآلاف من الكيلووات وتوزيعها عن طريق الشبكات الكهربية ـ ان كل منزل وكل مصنع يمكنه ان يستقل استقلالا كاملا بما يحتاج اليه من الطاقة الكهربية ، وذلك باستعمال بطاريات الوقود وخاصة التى تعمل بالوقود الهيدروكربونى وبالهواء كمادة احراق .

حينما تكون الحاجة ماسة الى تيار كهربى كبير المقدار يبلغ الآلاف من الامبيرات وضغط كهربى صغير المقدار (عشرات من الفولتات مثلا) فبطاريات الوقود هي خير من يلبى النداء ، ومن أمثلة ذلك الصناعات الكيمائية الكهربية مثل صناعة السماد حيث غاز الايدروجين (ولو أنه غير نقى) وغاز أول أكسيد الكربون (ولو أنه غير نقي أيضا) هما منتجات جانبية فى هذه الصناعات ، ويمكن استغلالهما كوقود للبطاريات ـ أما عند شركات تكرير البترول فان هذه الغازات متوفرة ويمكن استغلالها لنفس الغرض ـ وفى مصانع اللحام بالكهرباء سوف تأخذ بطاريات الوقود مكان الصدارة ، بدلا من وحدات « المحركات والمولدات » الكهربية المستخدمة حاليا ، فبطاريات الوقود سوف تزيد كفاءة العمل ، فهى تعمل فى هدوء وسكون .

أما فى التطبيقات العسكرية فبطاريات الوقود تمد أجهزة الرادار (فى الخطوط الامامية مثلا) بالطاقة الكهربية اللازمة لتشغيلها ، كما تمد بعض أنواع الغواصات بالكهرباء .

كما تمد بطاريات الوقود السيارات بالطاقة الكهربية اللازمة لتسييرها .

ز ـ المعدات الكهربية الحديثة التي تعمل بالنظام الحرارى الكهربى .

المولدات الحرارية الكهربية هي آلات حرارية ولكن غاز التشغيل فيها هو الالكترونات (وليس البخار او الهواء الساخن كما فى الآلات الحرارية التقليدية) ، حيث تنتقل الطاقة الحرارية الى هذا الغاز الالكترونى عن طريق تبادل الطاقة بين الالكترونات والهيكل البلورى للمادة المستخدمة ، ثم تحويل طاقة الالكترونات هذه الى طاقة كهربية .

وحيث أن الفتـرة الزمنية اللازمـة لهذاالتبادل هى حوالى جزء من مائة ألف من المليون من الثانية ، فهي قصـيرة جـدا لا تكفى اطلاقالتسرب الحرارة من الهيكل فيبقى ساخنا ، وهذا هو أحد الاسباب الرئيسية التى تحد من درجـةالحـرارة ، وبالتالى تحد من كفاءة هذه المعدات ان أقصى درجة حرارة تعمل بها المولدات الكهربيةالحرارية حاليا هى حوالى ٦٠٠ْم مئوية .

ويتوقف عمل هذه المعدات على الظواهـرالعملية التالية :

* عند وضع نقطة تلامس (تماس) طرفىسلكين معدنيين مختلفين عند درجة حرارة معينة، ووضع الطرفين الآخرين عند درجة اخـرى منالحرارة ، تتولد قـوة دافعة كهربيـة (ضـغط كهربى) فيمر تيار كهربى مسـتمر نتيجـة لهذاالضغط الكهربى ، ومعنى ذلك ان تدفق الطاقة الحرارية من النقطة الساخنة الى النقطة الباردةيحمل معه شحنة كهربية . يتوقف مقدار الضغط الكهربى على الفرق بين درجتى الحرارة ، ويسمىالضغط الكهربى لكل درجة حرارة فرق بمعامل (سيبك) تبعا لاسم مكتشفة .

* اما اذا مر تيار كهربى عند نقطة تلامسمعدنين مختلفين انطلقت طاقة حرارية أو امتصت طاقة حرارية تبعا لاتجاه سير التيار ، ويسـمىمقدار الطاقة لكل وحدة تيار (أثناء وحدة زمنية) « بمعامل بلتبيه » تبعا لاسم مكتشفه،فكأن التيارالكهربى (أى الالكترونات المتدفقة) يحمل معه طاقة حرارية (من النقطة السـاخنة الى النقطةالباردة) . ان «معامل بلتبيه » يساوى « معامل سيبك » مضروبا فى درجة الحرارة المطلقة .

* وعندما يمر تيار كهربى فى مادة متجانسة(سلك معدنى متجانس مثلا) ولكن درجة الحرارة مختلفة فى اتجاه طوله امتصت المادة طاقة حرارية اذا كان اتجاه التيار الكهـربى من النقطـة ذات درجة الحرارة الاقلالى النقطة ذات درجةالحرارةالاعلى والعكس صحيح ، اى انطلقت من المـادة طاقة حرارية اذا كان اتجاه التيار من النقطة ذاتدرجة الحرارة الأعلىالى النقطةذات درجةالحرارة الاقل . تسمى كمية الطاقـة الحراريـة فى كلتاالحالتين « بحرارة تومسون » تبعا لاسم مكتشفها ـ وهى تتناسب مع مقدار التيار الكهربى ومـعالفرق بين درجتى الحرارة .

ان أكبر كفاءة أمكن الحصول عليهـا حتىالآن باستخدام معدني البيزموث والانتيمونى هى ٣ ٪ ، فى حين أن الكفاءة تصل الى ١٠ ٪ باستعمالالمواد شبه الموصلة ، والسبب فى ذلك ان مقدار معامل سيبك فى المواد المعـدنية صغير ، فى حينان المواد شبه الموصلة يمكن اختيارها وتطعيمها صناعيا بمواد أخرى حتى تصـبح ذات درجـةتوصيل كهربى كبيرة وذات معامل سيبك معقول المقدار ايضا .

ان المواد شبه الموصلة هي المواد الفعالة فى المولدات الحرارية وبناء على ذلك فسـوف نقدم فيما يلى أسس هذه المواد :

ان التقدم الكبير الذى أحـرزته تكنولوجياالمواد شبه الموصلة لفرض صناعة الترانزسـتور وما سبقه من دراساتضخمة لعنصرىالجرمانيوموالسيليكون (وهما من المواد شبه الموصلة يصنع

منهما الترانزستور الى وقتنا هذا) وما تبع ذلكمن دراسات للمواد شبه الموصلة المركبة ، قد ادت جميعها الى التحسين والتقدم الكبير فى معداتالانتاج الحرارية الكهربية الحديثة – ومع أن مادتىالجرمانيوم والسيليكون (اللذين يستخدمانفى صناعة الترانزستور) لا يفيدان فى المعدات الحرارية الكهربية نظرا لارتفاع ثمنهما وكذلكنظرا لانهما لا يتحملان درجات الحرارة العالية (والتى تقرب من درجة الاحمرار) بدون ان يفقداخواصهما الكهربية ، الا أننا سوف نقدم شرحا مبسطا لهاتين المادتين نظرا لانهما أسهل شرحا منأى مواد شبه موصلة أخرى . ان المستعمل فعلا فى المعدات الكهربية الحرارية هى « مركبات الموادشبه الموصلة » .

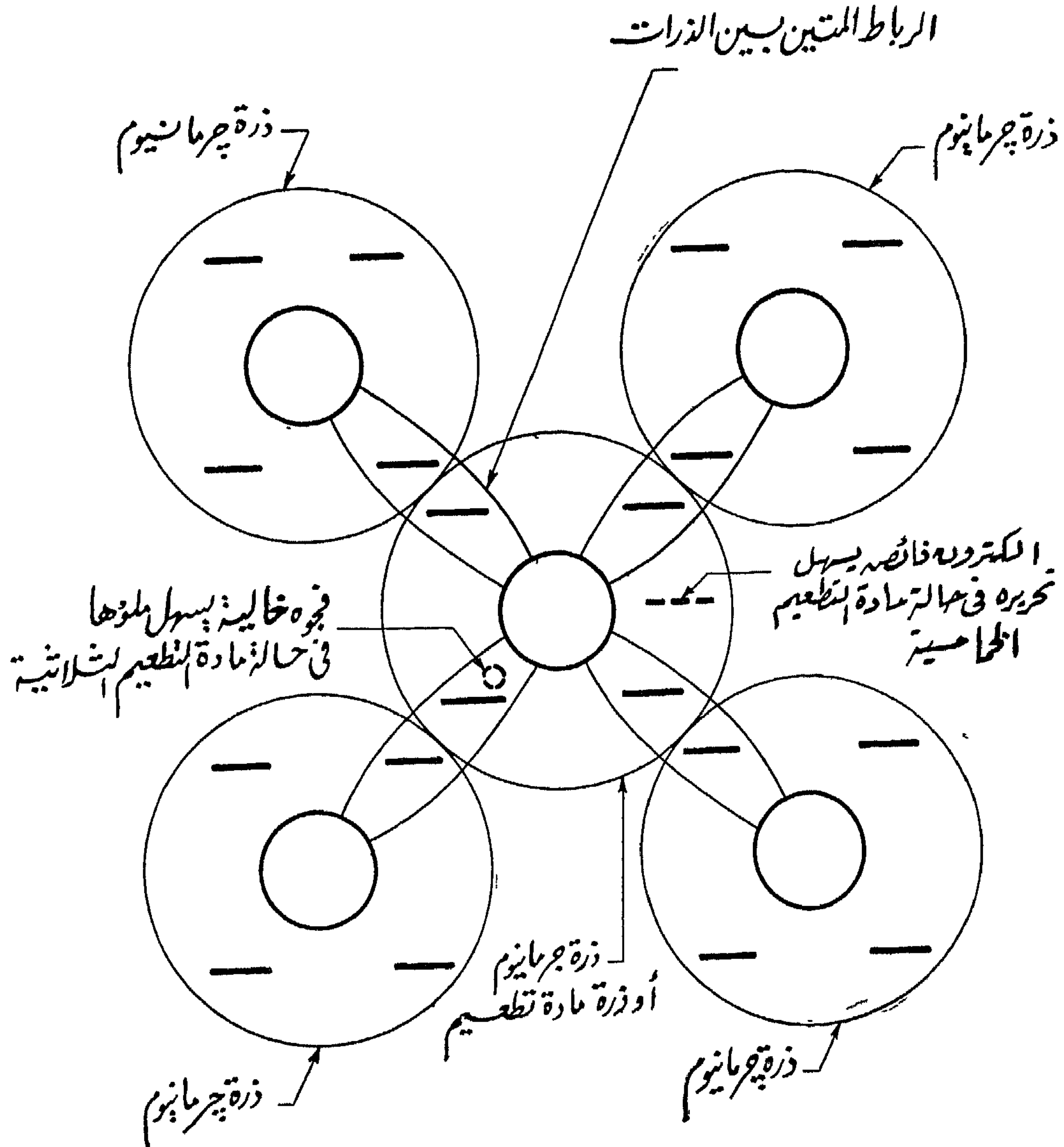
لقد ذكرنا سابقا ان الالكترونات المستعدة(أو المتحفزة) وهي الالكترونات الخاصة بأبعد طبقة من النواة هي التى تعين خواص المادة ، فاذاكانت طليقة من ذرتها تتحرك داخل المادة فى سهولة ويسر فالمادة « معدنية » ذات درجة توصيل عاليةللكهرباء ، أما اذا كانت الالكترونات المستعدةمقيدة الى ذرتها بقيد يصعب فكه فهى مادة « عازلةللكهرباء » ، أما المواد شبه الموصلة فهي بين حالتي المواد الموصلة والمواد العازلة .

ان عدد الالكترونات المتحفزة فى أى منالجرامنيوم أو السيليكون أربعة – فاذا تكونت بلورة من الجرمانيوم (وهىمجموعة كبيرةمتناسقةهندسيا من ذرات الجرمانيوم) بحيث تكون الذرات فيها مرتبة كما فى شكل (١٢) تصبح أىمن الذرات وكأنها محاطة بثمانية الكترونات متحفزة . وهذا الوضع فى التركيب يماثل تركيبذرة الغاز الخامل (الكريتون) والذى فيه الالكترونات المتحفزة شديدة التماسك بذرتهالدرجة يصعب معها فك هذا التماسك . ان سبب التماسك الشديد هو الرباط المتين بين ذراتالجرمانيوم والناتج من قوى الجذب الكهربية . ان درجة التوصيل الكهربى للجرمانيوم فى هذهالحالة (وهى تتناسب تناسبا طرديا مع عدد الالكترونات السهلة الحركة ، اى تتناسب تناسباعكسيا مع درجة تماسك الالكترونات المتحفزة) صغيرة جدا ، فالجرمانيوم يعتبر مادة عازلة عنددرجة الصفر المطلق ، اما عند درجة حرارة الجو العادية فان الطاقة الحرارية تكفى لفصلجزء صغير من الالكترونات المستعدة (بنسبة الكترون واحد فى كل بليون ذرة) فترداد درجةتوصيله الكهربى قليلا ولكنها لا تزال صغيرة نسبيا . وما ذكرناه عن الجرمانيوم ينطبق علىالسيليكون .

كيف اذن يمكن زيادة درجة التوصيلالكهربى لهاتين المادتين ؟ يتأتى ذلك عن طريق التطعيم بمادة غريبة فتنتشر ذرات هذه المادة بينذرات الجرمانيوم (أو السيليكون) – ان مادة التطعيم هذه لها شروط معينة ، فالكتروناتهاالمتحفزة يجب أن تكون خمسة أو ثلاثة – ومن أمثلة المادة الاولىالفوسفور والأرسنك والانتيمونى– عندما تطعم مادة الجرمانيوم بأحد هذه المواد فان هيكلها يصبح وكأن به الكترون فائض غيرضرورى لتماسك الهيكل (شكل ١٢) – ان الطاقة اللازمة لفك (اى تحرير) هذا الالكترونمن الهيكل هى طاقة صغيرة المقدار فهى جزء من المائة من الطاقة اللازمة لتحرير أحد الالكتروناتالمتحفزة فى الجرمانيوم غير المطعم . تسمى مادة التطعيم فى هذه الحالة « بالنافع » ويسمى نوعالجرمانيوم « بالجرمانيوم السالب » – وذلك لاحتوائه على الكترونات ضعيفة التماسك فيسهلنقلها داخل المادة من ذرة لأخرى وذلك عند درجة

حرارة الجو العادية ـ ومعنى ذلك أن الجرمانيوم المطعم يحتوى على عدد كبير نسبيا من الالكترونات سهلة الحركة أى أنه ذو درجة توصيل كهربى كبيرة المقدار نسبيا .

ومن أمثلة مادة التطعيم ذات الثلاثة الكترونات الالمنيوم والجاليوم والانديوم ـ يصبح هيكل الجرمانيوم المطعم بأحد هذه المواد كأنه ينقصه الكترون حتى يتم تماسك الهيكل على الوجه الأكمل ، أى كأن به فجوة خالية هى مكان الكترون غير موجود (شكل ١٢) ، تسمى المادة



شكل ١٢

خمس ذرات من الجرمانيوم (عند درجة الصفر المطلق) ـ كل ذرة ممثلة بدائرة سميكه وحولها أربع شرط تمثل الأربعة الكترونات المتحفزه ، كما يبين الشكل الرباط المتين بين الذرات ـ يبين الشكل ايضا ذرة مادة تطعيم ذات خمسة الكترونات متحفزة (الجرمانيوم المطعم السالب) ، وكذلك ذرة مادة تطعيم ذات ثلاثة الكترونات متحفزة (الجرمانيوم المطعم الموجب) .

فى هذه الحالة « المتفع » ويسمى نوع الجرمانيوم المطعم بها « الجرمانيوم الموجب » ــ أن الطاقة اللازمة لملء الفجوة هى طاقة صغيرة المقدار فهى جزء من المائة من الطاقة اللازمة لفك (أى تحرير) أحد الالكترونات المتحفزة فى الجرمانيوم غير المطعم وبذلك يسهل ملء الفجوات ، فتظهر وكأن الفجوات تنتقل داخل المادة بسهولة وينشر ، وذلك عند درجة الحرارة العادية ويصبح الجرمانيوم ذى درجة توصيل كهربى كبيرة المقدار نسبيا .

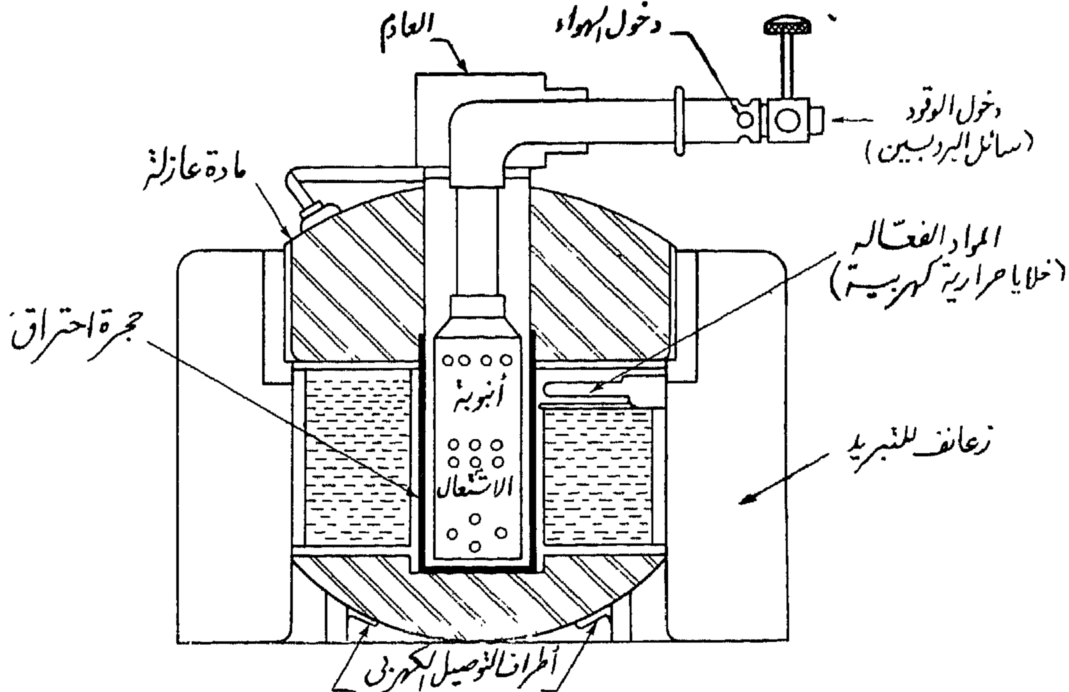
يتبين مما تقدم أنه للحصول على درجة توصيل كهربى كبيرة المقدار يجب أن تكون نسبة مادة التطعيم كبيرة ، قد تصل الى ملايين من كمية التطعيم فى المواد المستخدمة فى صناعة الترانزستور ، حتى أنه يمكن تسمية المواد المستخدمة فى المعدات الحرارية الكهربية انها سبائك « شبه معدنية » وليست « شبه موصلة » فهي أقرب للمود المعدنية ، وبناء على ذلك فلا ضرورة لتنقية المواد شبه الموصلة قبل التطعيم لدرجة عالية من النقاوة كما هو الحال فى المواد المستخدمة فى الترانزستور (حيث تصل درجة نقاوتها ١٠ ١١ : ١) وبذلك فهي رخيصة الثمن نسبيا . واذا كان الامر كذلك فلماذا لا نزيد من تركيز مادة التطعيم ؟ الجواب على ذلك أن هناك خصائص أخرى مطلوبة تحد من هذه الزيادة أهمها معامل « سيبك » حيث يزداد مقدار هذا المعامل كلما قل تركيز التطعيم فقد يصل الى بضع أجزاء من الالف من الفولت لكل درجة حرارة (فرق) فى المواد ذات التطعيم القليل ، ولكن درجة التوصيل الكهربى فى هذه الحالة سوف تكون صغيرة المقدار فلا فائدة منها ، وعلى ذلك فاننا نجد أن هناك درجة تركيز تطعيم معينة تجعل كفاءة التحويل أكبر ما يمكن وهى بين ١٠ ١٨ الى ١٠ ٢١ لكل سنتيمتر مكعب ، وعند هذه الدرجة من التركيز يتراوح معامل « سيبك » بين ٢ر٠ ، ٣ر٠ جزء من الألف من الفولت .

لقد بينت الأبحاث أن ارتفاع درجة حرارة المركبات شبه الموصلة (المستخدمة فى صناعة المعدات الحرارية الكهربية) لاتتلفها ولا تفقدها خواصها الكهربية كما يحدث لمادتى الجرمانيوم والسيليكون المستخدمين فى صناعة الترانزستور ، ذلك لأن مادة التطعيم تعتبر مذابة فى محلول صلب مخفف من المادة المركبة شبه الموصلة ، مثلها فى ذلك كمثل مادة المحلول الكهربى الصلبة عند اذابتها فى الماء فى البطاريات السائلة . فعندما تتغير درجة الحرارة تتغير معها درجة الاذابة ، اى تتغير معها درجة تركيز حاملات الشحنات الكهربية ، ولكن سرعان ما تصل الى قيمة مستقرة عندما تستقر درجة الحرارة عند مقدار معين ، وبناء على ذلك فان ارتفاع درجة الحرارة لا يؤدى الى تلف المادة المركبة ، وانما يؤدى الى زيادة حاملات الشحنات الكهربية . يجدر بنا ان نكرر هنا انه كلما ارتفعت درجة الحرارة زادت كفاءة التحويل .

تتكون اذن وحدة المنتج الحرارى الكهربى من زوج حرارى ، احدى ساقيه مكونة من مادة مركبة شبه موصلة « موجبة » والساق الاخرى مكونة من نفس المادة شبه الموصلة ولكنها « سالبة » . ان المادة المركبة شبه الموصلة التى تصنع منها معدات الانتاج الحرارية الكهربية هى سبائك مركبة من مادتين او أكثر ، وحاليا هى « تليريد الرصاص » وهو مركب من التليريوم والرصاص ، وفى حالة النوع الموجب تطعم هذه المادة بمادة « الصوديوم » بنسبة ٣ر٠ فى المائة ، أما فى حالة النوع السالب فتطعم بمادة « أيودين الرصاص » بنسبة ٠٣ر٠ فى المائة .

ويستعمل غاز البروبين او الغاز الطبيعي كمصدر للطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة نقط تلامس ساقي الازواج الحرارية ـ كما قد يستخدم التسخين الكهربي لنفس الفرض . هذا ويمكن استخدام طاقة الشمس الحرارية وخاصة عند الاستعمال في الاقمار الصناعية . وفيما يلي وصف لاحد معدات الانتاج الحرارية الكهربية الحديثة :

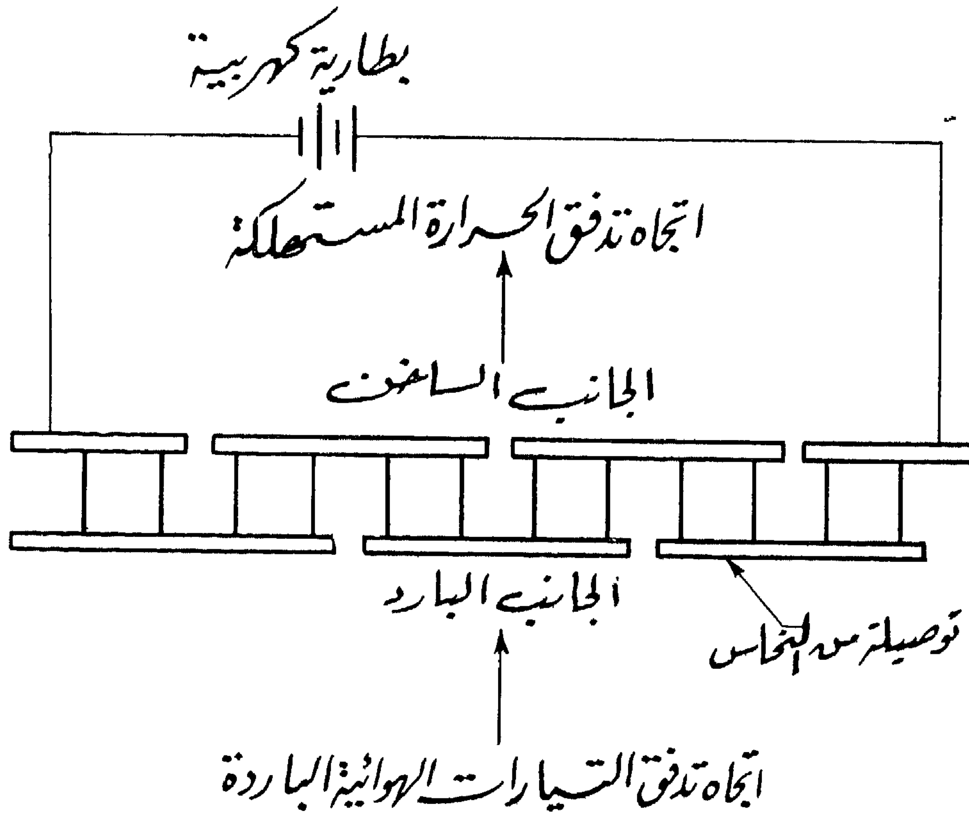
يبين شكل (١٣) منتجا حراريا كهربيا ذا قدرة متوسطة (حوالي ١٥ وات) يعمل باشعال غاز البروبين الطبيعي ـ يدخل غاز البروبين مع الهواء في أنبوبة الاحتراق ـ ويوضع حول حجرة الاحتراق أطراف عدد كبير من الازواج الحرارية ، نصفها من مركب « تليريد الرصاص الموجب » والنصف الآخر من مركب « تليريد الرصاص السالب » حيث أن كل زوج يتكون من ساقين من مادتين مختلفتين هما تليريد الرصاص الموجب ، وتليريد الرصاص السالب ـ أما الاطراف الخارجية للازواج الحرارية فهي متصلة بزعانف للتبريد ، ونبلغ كفاءة التحويل في هذا المولد ٧٪ . كما أن هناك مولدات حرارية كهربية بنفس التكوين السابق وهي مكونة من حوالي ٣٠٠ زوج حراري متصلة على التوالي ، وهي ذات قدرة كهربية حوالي ٣٠٠ وات وضغط كهربي عند التحميل حوالي ٣٠ فولت ؛ وان درجة حرارة النقط الساخنة حوالي ٦٠٠ درجة مئوية ودرجة حرارة النقط الباردة حوالي ١٥٠ درجة مئوية (نستخدم مراوح للتبريد تستهلك عشر القدرة الكهربية) ـ ويبلغ وزن الجهاز ومعداته أقل من ٤٠ رطلا . هذا ويمكن استخدام التسخين الكهربي بدلا من اشعال غاز البروبين ـ ويقدر عمر هذا الجهاز بين خمس الى عشر سنوات .



شكل ١٣
منتيج حراري كهربي يعمل بغاز البروبين .

ان أهم التطبيقات لمعدات الانتاج الحراريةالكهربية هو فى الاقمار الصناعية لامداد اجهزة الارسال اللاسلكية بها بالطاقة الكهربية وفىالمعدات الحربية ، كما ان هناك معدات انتاج كهربية حراريه تباع فى الاسواق تتراوح سعتهابين جزء من الوات الى ١٠٠ وات بل والى ٥٠٠ وات ـ ويمكن القول ان معدات الانتاج الحراريةالكهربية تعتبر مصدرا هاما من مصادر الكهرباء وخاصة فى الجهات النائية البعيدة عن العمرانمثل اضاءة السواحل النائية لاغراض الملاحة وغير ذلك • وان سعر الكيلو وات ساعة من هدهالمولدات هو سعر معتدل يقل كثيرا عن السعر من البطاريات الكهربية التقليدية •

أود ألا يفوتنى عند ذكر المعدات الحراريةالكهربية أن أشرح **باختصار نظام التبريد الحرارى** الكهربى • فالتبريد الحرارى الكهربى عبارة عن ضخ حرارى يعتمد على الظاهرة العلمية (معامل بلتييه) السابقة الذكر ، وهى استخدام الفرق بين مستوى طاقات الالكترونات عند تلامس مادتين مختلفتين لنقل الطاقة الحرارية ، فعندماتتدفق الالكترونات عند نقطة تلامس مادتين مختلفتين (أى مادتين الكتروناتها المتحفزة ذاتطاقات مختلفة) يصحب ذلك تغيير فى الطاقة ينتج عنه امتصاص للحرارة او انطلاق لها وذلك تبعاالاتجاه تدفق الالكترونات ، اى تبعا لاتجاه التيار الكهربى) •



شكل ١٤

رسم مبسط لوحدة تبريد حرارية كهربية •

شكل (١٤) يبين رسما مبسطا لوحـدةتبريد حرارية كهربية وهو يتكون من عدد مـن الازواج الحرارية ، كل زوج يتكون من مادة مركبةشبه موصلة موجبة ، ومادة مركبة شبة موصلة سالبة متصلين بتوصيلة من النحاس ، وجميعهامتصلة على التوالى ، ويتم تبادل الحرارة عـن طريق أسطح ذات مساحات ممتدة مع استعمالالتيارات الهوائية (أو السوائل) لحمل الحرارة. ان مقدار التبريد الفعال يقل عن مقدار التبريدالناتج من معامل بلتييه بمقدار نصـف الحرارة الناشئة من مرور التيـار الكهـربى فى المقاومةالكهربية لسيقان الازواج الحرارية وكذلك بمقدار الحرارة الناشئة من التوصيل الحرارى لهـذهالسيقان .

اما الطاقة الكهربية اللازمة للتشغيل فهىتساوى الضغط الكهربى الناتج من معامل سيبك مضروبا فى التيار الكهربى مضافا اليها الطاقـهالحرارية الناتجة مـن مرور التيـار الكهربى فى المقاومة الكهربية لسيقان الازواج .

ان درجة حرارة النقط الساخنة فى حالةالتبريد الحرارى الكهربى هى غالبا درجة حراره الجو العادية ، أما درجة حرارة النقط الباردة فقدتصل الى ٥٠ درجة مئوية تحت الصفر .

اما المواد المستخـدمة لسـاقى اى زوجحرارى فأهمها « البيزموث تليربـد » ، النـوع الموجب لأحد الساقين والنوع السالب للسـاقالاخرى .

وتحتاج معدات التبريد الكهربى الى منبعكهربى ذى تيار كبير المقدار (قد يصل الى ٥٠ امبير) وضغط كهربى صغير المقدار .

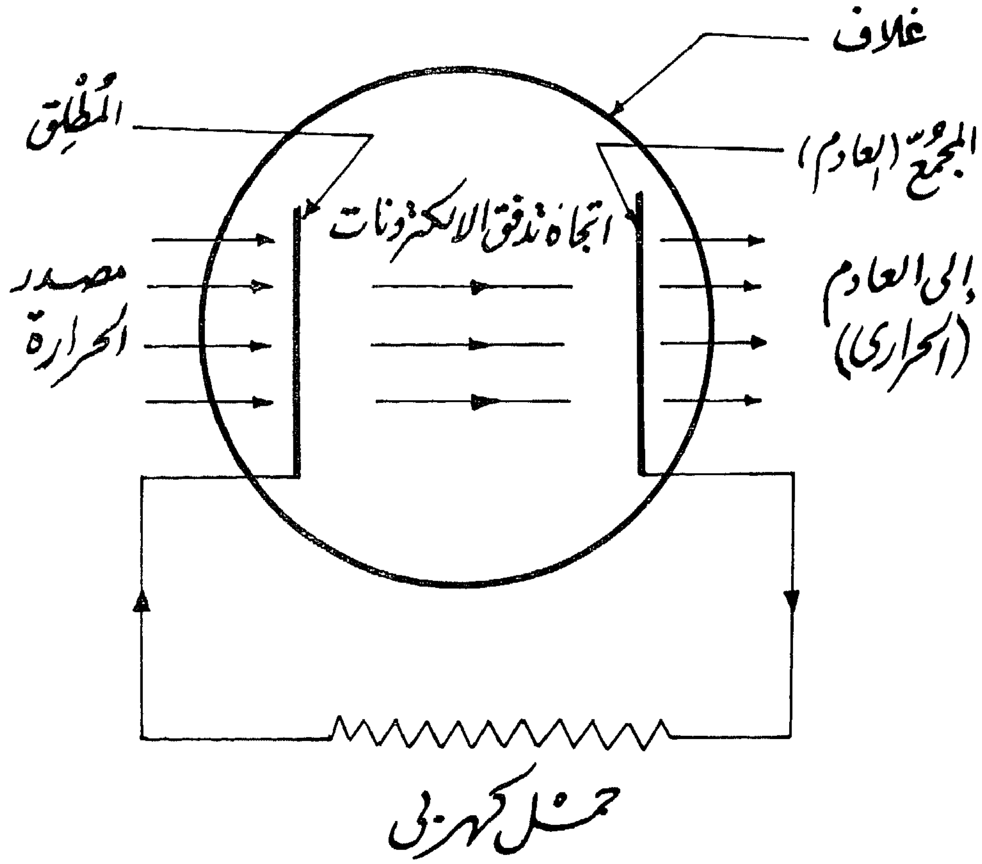
يمتاز التبريد الحرارى الكهربى عن التبريدالنقليدى بمزايا متعددة نذكر منها : العمـل فى هدوء حيث لا وجود للاجزاء المتحركة ـ سهولةعكسه من تسخين الى تبريد ، كمـا أن معداته خفيفة الوزن ويمكن أن تعمل عند درجات الحرارةالمرتفعة (أعلى من مائة درجة مئوية) ولا داعى عند صناعتها لاستخدام الانابيب المحكمة الغلقذات الضغط ، كما أن سـعة التبريد قـد تكون كبيرة وقد تكـون صـغيرة فهى تناسـب جميعالحالات ، وعيبه الوحيد انه يستهلك طاقة كهربية أكبر من الطاقة اللازمة للتبريد بالنظام التقليدى ،فهو اذن اكثر تكلفة .



ح ـ المعدات الكهربية التى تعمل بالنظـامالحرارى الايونى :

المولدات الحرارية الايونية هى آلات حراريةوغاز التشغيل (أى الوقود) فيها هو الالكترونات، حيث تنتقل الطاقة الحرارية الـى هـذا الغـازالالكترونى عن طريق عملية التنشيط الحرارى (عند درجات الحرارة العالية) عند سطح المـادةالتى تنطلق منها الالكترونات ، وتنشا الطاقـة الكهربية نتيجة لمرور هذا الغاز فى الحمل الكهربى.يبين شكل (١٥) المكونات الاسـاسية للمنتجات الكهربية التى تعمل بهذا النظام وهى :

أولا : مصدر الحرارة العالية : وهو قطب**كهربى ذو درجـة حرارة عاليـة** حوالى (٢٠٠٠ درجـة مئـوية) تنطلق منه الالكترونات حاملهالحرارة معها ، ويسمى هذا القطب « المُطلِق » ، وهو عبارة عن معـدن التانتيلم أو المولبيدنم أوالتنجستون ـ قد يكون منبع الحرارة الوقـود التقليدى او الوقود النووى أو الشمس .



شكل ١٥

المكونات الأساسية لانتاج الطاقة الكهربية بواسطة النظام الحرارى الأيونى .

ثانيا : العادم وهو قطب ذو درجة حرارة منخفضة (حوالى ٥٠٠ درجة مئوية) ويسمى **المجمّع** فهو يجمع الالكترونات ويمتصها . وهو عادة من معدن الموليبدنم المطعم أو التنجستون المطعم او النيوبيديم المطعم ايضا .

ويتوقف عمل محولات الطاقة التي تعمل بهذا النظام على عمليات التنشيط الحرارى والتى اهمها اطلاق الالكترونات خارج سطح المادة . ان الالكترونات المتحفزة فى المواد المعدنية طليقة وفى حالة حركة عشوائية فى جميع الاتجاهات ، ويتوقف مقدار هذه الحركة على درجة حرارة المادة ، وتصبح ذرات المادة خالية من بعض الكتروناتها ، فهى أيونات موجبة التكهرب ، وبالرغم من أن هذا الغاز الالكترونى طليق وفى حالة حركة داخل المادة الا أنه لايستطيع الانطلاق بعيدا خارج المادة ــ مثله فى ذلك كمثل جزيئات الماء وهو يغلى فلا يستطيع الصعود خارج الماء نظرا لوجود الشد الشطحى (عند سطح الماء) فلكى تصعد جزيئات الماء الى الخارج يجب زيادة طاقتها (بتسخينها) حتى يمكن التغلب على هذا الشد السطحى ــ كذلك اذا أردنا أن ينطلق الغاز

الالكترونى خارج المادة يجب زيادة طاقته بمقدار يماثل الطاقة الكامنة عند ابخار الماء ، حتى يتغلب على ما سوف نسميه « الشد السطحى الكهربى » . وسببه القوى الكهربية بين الشحنات المتماثلة وغير المتماثلة ـ فعندما يكون الالكترون خارج سطح المادة بمسافة أكبر من نصف قطر الذرة فان الايونات على سطح المادة تشده اليها (نتيجة لقوى التجاذب الكهربية بين الشحنات غير المتماثله) وتمنعه من الانطلاق بعيدا ـ كما تكوّن الالكترونات المنطلقة سحابة الكترونية فوق سطح المادة مباشرة تقلل من قوة اندفاع الكترونات أخرى تحاول الانطلاق خارج الماده ، وذلك نظرا لقوة التنافر الكهربية بين السحابة الالكترونية وهذه الالكترونات الاخرى وهى فى طريقها الى الانطلاق ، اى ان هذه السحابة تحاول ان تدفع الالكترونات الى سطح المادة فكأنها تشد الالكترونات (عند انطلاقها) الى سطح المادة .

تنشأ الطاقة الكهربية فى النظام الحرارى الايونى من الفرق بين طاقة الشد السطحى الكهربى لمادة المطلق وطاقة الشد السطحى الكهربى لمادة المجمع . أما الطاقة الحرارية التى يستهلكها مصدر الحرارة العالية فهي تلك الطاقة اللازمة لاطلاق الالكترونات خارج المطلق ـ كما ان كفاءة التحويل تساوى الطاقة الكهربية الناتجة مقسوما على تلك الطاقة الحرارية .

بناء على ما تقدم يجب اختيار مادة المجمع بحيث يكون شدها السطحى أقل مايمكن ـ أما مادة المطلق فيجب اختيارها بحيث يكون شدها السطحى كبيرا (بين أربعة الى ستة الكترون فولت) حتى تزداد الطاقة الكهربية ، ولكن فى نفس الوقت يجب ألا يكون شدها السطحى كبيرا جدا حتى لايزداد مقدار الحرارة اللازمة وتقل الكفاءة .

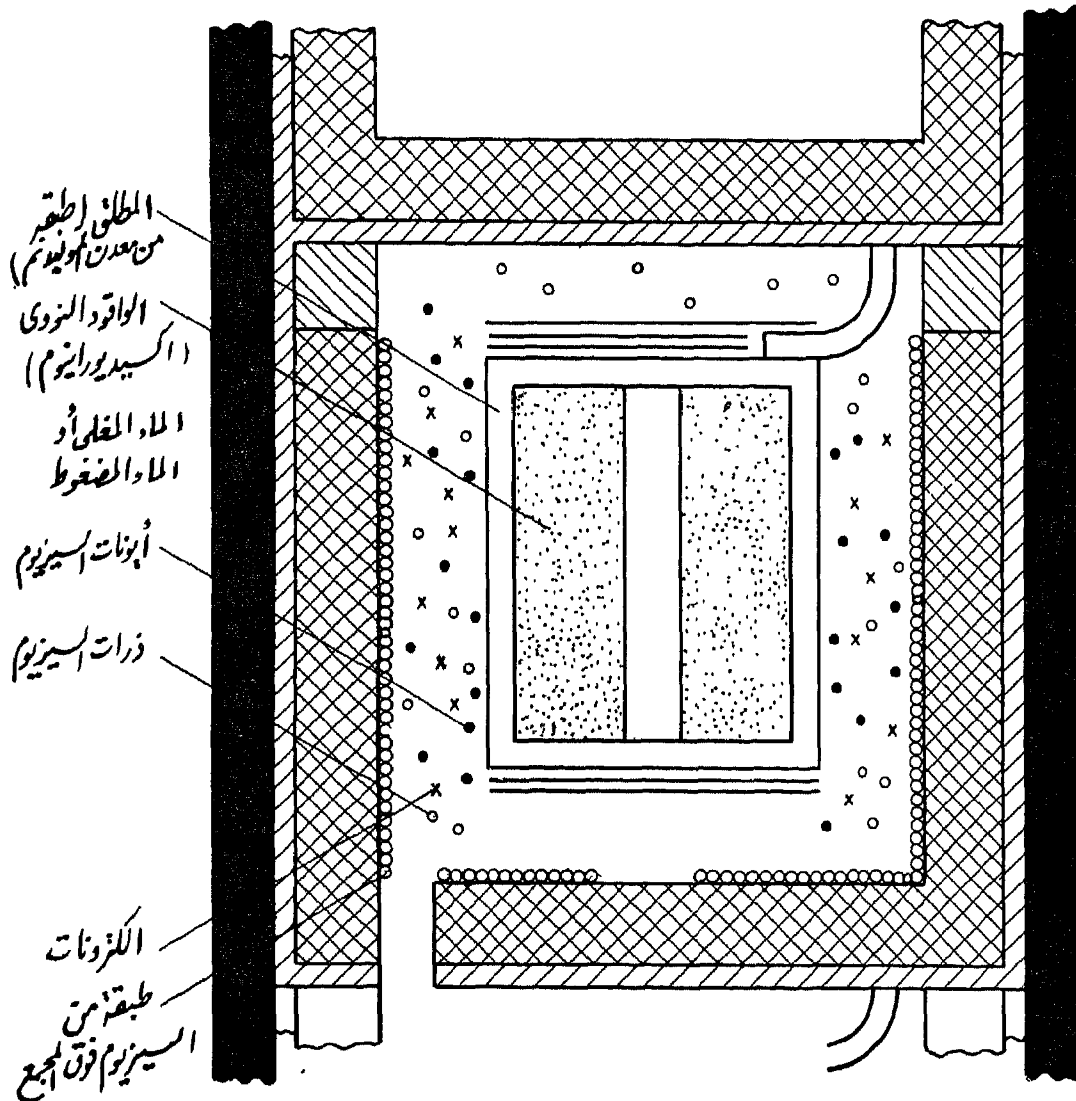
ان معدل انطلاق الالكترونات من سطح المادة يزداد مع ازدياد درجة الحرارة ، ولكن فى نفس الوقت تتبخر المادة ويزداد معدل تبخر ذراتها مع ازدياد درجة الحراره فيقل عمرها سريعا .

وهنا اتجه المهندسون والعلماء الى تطعيم مادة سطح المطلق بذرات مادة أخرى ذات شد سطحى قليل المقدار ، وبهذا يقل الشد السطحى الفعال للمادة الاصلية ، وذلك عن طريق لصق طبقة سمكها ذرة واحدة من المادة الغريبة فوق سطح المادة الاصلية . ان أكثر المواد صلاحية للتطعيم هو مادة « السيزيوم » نظرا لأن شدها السطحى الكهربى هو أقل شد سطحى لاى مادة أخرى ويساوى الكترون فولت واحد . ولكن عندما ترتفع درجة حرارة سطح المطلق يتبخر جزء من ذرات ومن أيونات السيزيوم الملتصق على السطح وبذلك يوضع قليل من السيزيوم السائل عند أبرد جزء داخل الغلاف الذى يحتوى على المطلق والمجمع فيتبخر جزء من هذا السيزيوم ، وعندما يتبخر سطح المطلق فان بعض ذرات من بخار السيزيوم سوف تلتصق فوق سطح المهبط فتعوض ما فقد بالبخر ، وتبقى كمية ذرات السيزيوم الملتصقة فوق سطح المهبط ثابتة تقريبا .

يجب أن تكون مادة المطلق النقية (أى بدون تطعيم) ذات شد سطحى كهربى كبير المقدار كما ذكرنا سابقا ، كما يجب أن تكون بعد التطعيم قادرة على اطلاق الالكترونات بمعدل كاف ، وكذلك اطلاق ايونات السيزيوم بمعدل كاف أيضا (حتى تتعادل مع جزء السحابة الالكترونية القريبة من سطح المهبط) عند درجات الحرارة المعقولة .

وبالرغم من أن كفاءة المعدات الكهربية التىتعمل بالنظام الحرارى الايونى لاتزيد عن حوالى ٢٠ ٪ الا أنه يمكن الجمع بينه وبين نظام التربينات البخارية والحصول على طاقة كهربية كبيرة بكفاءة أعلى من كفاءة التربينات البخارية التى تعمل بالوقود النووى .

ويعتمد هذا النظام على الاستفاده من طاقة المُجمّع (العادم) الحرارية فى انتاج البخار لتشغيل التربينات ــ وفى أحد هذه الانظمة يغلف الوقود النووى (وهو عبارة عن قطع اسطوانية صغيرة من أكسيد اليورانيوم) بمعدن «المولبيدنم» (أو معدن التنجستون) المفطى بطبقة من السيزيوم فيمتص الحرارة من الوقود النووى ويعمل كمطلق للالكترونات (شكل ١٦) .



شكل ١٦

نظام الجمّع بين محولات الطاقة الحرارية الايونية والتربينات البخارية .

أما مادة المطلق فتصنع من « النيوبيديم » نظرا لضعف امتصاصه للنيوترونات ــ ويعمل المطلق كهربيا بمادة ذات توصيل جيد للحرارة حتى يمكن توصيل الطاقة الحرارية من المجمع (عند درجة حرارة حوالى ٥٠٠° مئوية) الى الماء فيتحول الى بخار لتشغيل التربينات البخاريه .

وفى أحد التصميمات المقترحة التى توضح مزايا هذا النظام يمكن زيادة قدرة المحطة النوويه (التي يعمل فيها تربينات بخارية فقط) من حوالى نصف مليون كيلو وات الى أكثر من أربعة أخماس المليون من الكيلووات ورفع كفاءة التحويل من حوالى ٣٠٪ الى ما يقرب من ٤٥٪ وذلك باستخدام المحولات الحرارية الايونية التى تنتج قدرة مقدارها ٣٠ وات لكل سنتيمتر مربع من مساحة مادة المطلق بكفاءة تصل الى ٢٣٪ ، وباعتبار أن درجة حرارة كل من الوقود النووى والمطلق هى حوالى ٢٠٠٠ درجة مئوية .

● ● ●

ط ــ المعدات الضوئية الكهربية :

من الحقائق العلمية المعروفة أن الكترونات ذرات المادة يمكنها ان تمتص الطاقة الضوئية الساقطة عليها بشرط ان يكون هناك توافق بين طول موجة الاشعة الضوئية الساقطة وبين الالكترونات داخل المادة ، وسوف نوضح ذلك بالتشبيه بالبندول البسيط .

ان البندول البسيط هو كتلة صغيرة الحجم معلقة فى خيط ، فاذا زحزحنا الكتلة عن الوضع الرأسى (وضع الاتزان) فانها تتأرجح حول هذا الوضع بتردد يتناسب مع الجذر التربيعى للجاذبية الارضية مقسوما على طول الخيط ويسمى هذا بالتردد التلقائى للبندول فاذا نحن طرقنا هذه الكتلة بطرقات منتظمة متتالية ينتج عندنا ثلاث حالات :

(الحالة الاولى) عدد الطرقات فى الثانية يساوى التردد التلقائى للبندول : فى هذه الحالة يزداد مقدار زحزحة (تأرجح) الكتلة عن الوضع الرأسي زيادة كبيرة ، ومعنى ذلك أن الطاقة التي تبذل اثناء الطرق يمتصها البندول مسببة زيادة كبيرة فى مقدار زحزحة الكتلة .

(الحالة الثانية) عدد الطرقات فى الثانية أكبر بكثير من التردد التلقائى للبندول : فى هذه الحالة تقف الكتلة ولا تتحرك ، فالطرقات السريعة المتتالية لا تدع أمامها فرصة (وقت كاف) لكى تستمر فى تأرجحها واهتزازها ــ وبناء على ذلك فان البندول لا يمتص من طاقة الطرق شيئا تقريبا .

(الحالة الثالثة) عدد الطرقات فى الثانية أقل كثيرا من التردد التلقائى للبندول : فى هذه الحالة تكون الفترة الزمنية بين طرقتين متتاليتين طويلة بحيث يستمر البندول فى عمله وكأن لا وجود (تقريبا) لأى طرق خارجى .

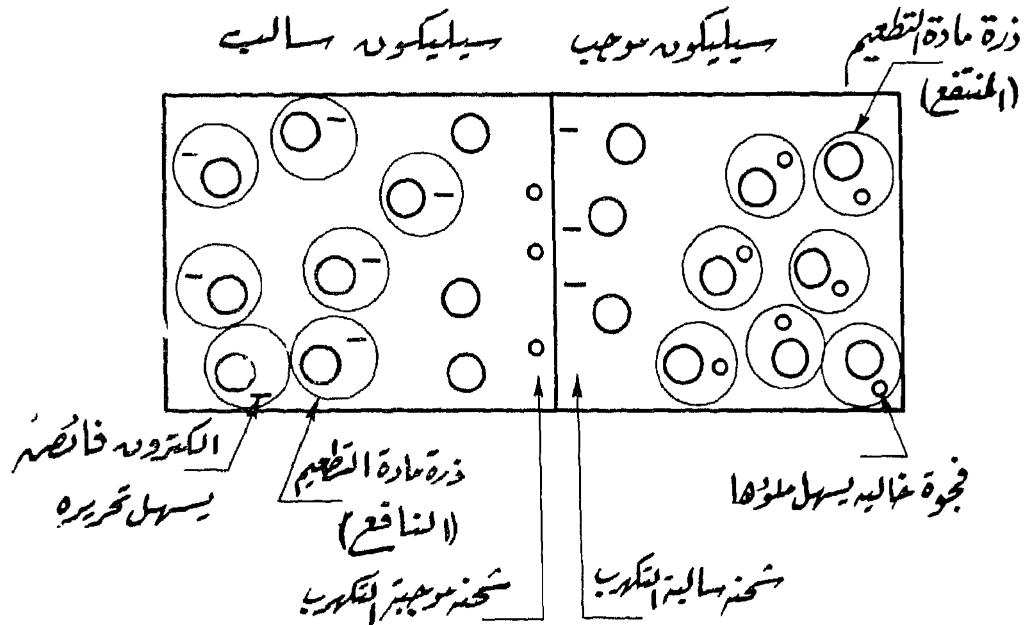
سوف نعتبر الالكترون داخل الذرة كأنه بندول بسيط له تردد تلقائى معين يتوقف على مقدار طاقته داخل الذرة . ان للاشعة الضوئية أطوال موجات معينة (أى تردد معين) وذلك تبعا لنوع الاشعة (طول الموجة مضروبا فى التردد يساوى سرعة الضوء وهى كمية ثابتة تساوى ٣ × ١٠ ^٨ مترا فى الثانية) ، فأطوال موجات الاشعة الضوئية المرئية تتراوح بين ٧ر. ميكرون (وهو طول موجة الاشعة الحمراء) وبين ٤ر. ميكرون (وهو طول موجة الاشعة البنفسجية) ــ فاذا سقطت أشعة ضوئية ذات تردد معين على مادة ما وكان التردد التلقائى لالكترونات هذه

المادة يساوى تردد تلك الاشعة (أو قريبا منها) ازداد اهتـزاز الالكتـرونات ، ومعنى ذلـك ان الالكترونات امتصت طاقة هذه الاشعة ، اما اذاكان تردد تلك الاشعـة بعيدا عن التردد التلقائى لالكترونات المادة فلا تسـتطيع الالكترونات أن تمتص طاقة الاشعة كما ذكرنا فى حالـة البندول البسيط ، وهذا هو معنى التوافق بين الاشعة الساقطة وبين الالكتـرونات داخـل المـادة ــ (الميكرون هو وحدة قياس صغيرة ويساوى جزءا من الالف من الملليمتر) .

فاذا كانت الطاقة الممتصـة تكفى لتحرير الالكترونات من ذراتها انطلقت هذه الاخيرة داخل المادة (مكونة غاز التشـغيل) وتتحول الطاقـة (الممتصة) الى طاقة كهربية ــ ان مقدار طاقـة الاشعة الضوئية يتناسب تناسبا عكسيا مع طول موجة هذه الاشعة .

اما كيف تتحول طاقة الالكترونات المتحررة (وهى داخل المادة) الى طاقـة كهربية فسـوف اوضح ذلك بطريقة مبسطة كما يلى :

* عندما يلتصق نوعان من مادة شبه موصلة (ولتكن سيليكون) أحدهما سالب والآخر موجب (شكل ١٧) تنتشر بعض الالكترونات المتحررة الفائضة فى السيليكون السـالب ناحية السيليكون الموجب تماما كما تنتشر الرائحـة العطريـة بين ذرات الهـواء ــ كـذلك تنتشر بعض الفجوات ناحيـة السـيليكون السـالب ــ فينتج من ذلك الانتشار شحنتان كهربيتان على جانبى موضـع الالتصاق أحدهما سالبة وتقع ناحية السيليكون الموجب ، والاخرى موجبة وتقع ناحية السيليكون السالب ، وتكون النتيجة بطاريـة كهربيـة (أو مولد كهربى) . هذا هو الاساس العريض لتحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربية .



شكل ١٧

كيف تتكون الشحنات الكهربية على جانبى موضع التصاق نوعين من السيليكون .

تمتاز معدات الانتاج الضوئية الكهربية عن معدات الانتاج الحرارية الكهربية بأن المادة الفعالة لا ترتفع درجة حرارتها الا قليلا ، ذلك لأن طاقة الاشعة الضوئية يتم امتصاصها (بواسطة الالكترونات فيزداد اهتزازها اى ترتفع درجة حرارتها ، اى الالكترونات ، نتيجة لهذا الامتصاص) فى فترة زمنية ، تتراوح بين جزء من مليون الى جزء من ألف من الثانية ، وهى فترة قصيرة جدا بالنسبة للزمن اللازم لسريان الحرارة ، فلا تستطيع الحرارة ان تنتقل الى الهيكل البلورى ، فتبقى المادة باردة .

معدات الانتاج الضوئية الكهربية هى اذن كما قلنا آلات حرارية ولكن غاز التشغيل فيها هو الالكترونات ، حيث تنتقل الطاقة الى هذا الغاز الالكترونى عن طريق امتصاص الالكترونات للطاقة الضوئية الساقطة فتسخن الالكترونات نتيجة لهذا الامتصاص بدون أن تسخن المادة نفسها . ثم تحويل طاقة الالكترونات الى طاقة كهربية ــ اما اذا كان بعض الاشعة الساقطة تتوافق مع المادة (أى طول موجتها يناسب المادة) والبعض الآخر غير متوافق ، فان ذلك يتسبب فى ارتفاع درجة الحرارة ــ ان الكترونات المادة سوف لا تمتص هذا البعض الآخر ، وبالتالى سوف لا يتحول الى طاقة كهربية ، وانما يتحول الى طاقة حرارية تتسبب فى تسخين المادة وارتفاع درجة حرارتها ، فيجب اذن تغطية المادة بغطاء « يمتص جزء الاشعة المفيد ويعكس جزء الاشعة غير المفيد » .

المواد الاكثر كفاءة لتحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربية هى :

المواد « شبه الموصلة المطعمة » ذلك لأن مقدار الطاقة اللازمة لتحرير الالكترونات من الذرات صغير نسبيا .

وفيما يلي شرح مبسط لأحد البطاريات الضوئية الكهربية وهى بطاريات السيليكون الشمسية :

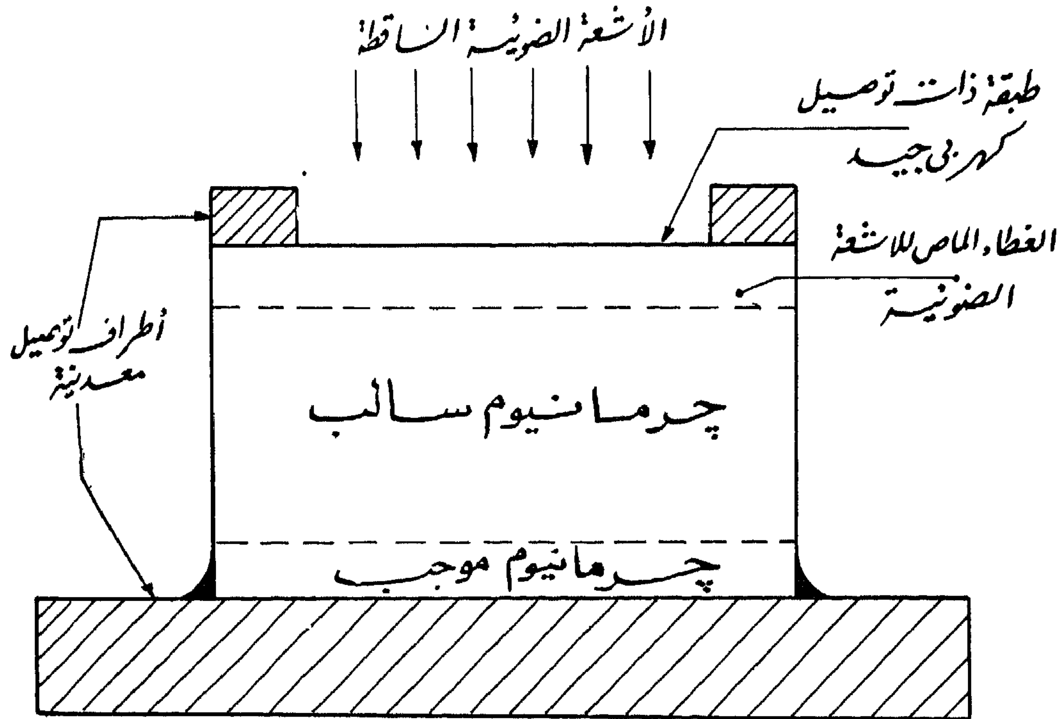
يجدر بنا هنا ان نبين التحليل الطيفى للطاقة الشمسية ، حتى نتبين المواد التى يمكن استخدامها فى البطاريات الشمسية . ان أكبر طاقة اشعاعية للشمس هى تلك التى طول موجتها ٥ر. ميكرون وهو طول موجة الاشعة بين الخضراء والصفراء ، وسط الطيف المرئى ــ اما الاشعاعات الشمسية التى طول موجتها اكبر من ٧ر. ميكرون فلا تشتمل الا على نصف الطاقة الشمسية فقط، بينما يقع ربعها فقط فى الاشعاعات التى طول موجتها اكبر من ميكرون واحد ــ اما طاقة الاشعة الصادرة من الشمس والتى طول موجتها اطول من ٣ ميكرون فلا تشتمل الا على اثنين فى المائة من الطاقة الكلية لأشعة الشمس . الميكرون هو وحدة قياس صغيرة تساوى جزءا من ألف من المليمتر .

تمتص مادة السيليكون (وهى مادة شبه موصلة) الاشعة التى موجتها أقل من ميكرون واحد ، أى تمتص معظم الاشعة الشمسية ــ هناك بطاريات السيليكون الشمسية ذات الخلايا المستطيلة (تبلغ مساحة الواحدة منها ١ × ٢ سم٢) او ذات الخلايا المستديرة (يبلغ قطر الواحدة منها حوالى ٣ سم٢) وهى ذات كفاءة تصل الى ١٥٪ وتستخدم بالاقمار الصناعية لتمدها بالتيار الكهربى اللازم لبعض اجهزتها الالكترونية ، كما تستخدم فى الاماكن النائية البعيدة عن العمران ــ كما أن هناك بطاريات « ارسنيد الجاليوم » الشمسية ، والمادة شبه الموصلة فيها مركب من عنصرى الجاليوم والارسينيك وكفاءتها تصل الى ١٣٪ ــ تقدر الطاقة الشمسية الساقطة عموديا بحوالى ١٤٠٠ وات لكل متر مربع وذلك عند الارتفاعات الخاصة بالاقمار الصناعية .

يبذل المهندسون قصارى جهدهم لتحسين كفاءة هـذه المعـدات ، وينحصر هذا الجهـد فى ناحيتين هامتين ــ أولاهما طريقة تصميم المعدات بحيث تمتص الماده الفعالة جميع الاشعة الساقطة عليها ولا يرتد منها الا قليل ، وحتى هذا القليل المرتد يستفاد به مرة ثانية عندما يسقط على جزء آخر من المادة الفعالة . اما الناحية الاخرى فهى اختيار المادة شبه الموصلة الفعالة واختيار درجه تطعيمها ، وكذلك تغطية سطح هذه المادة بغطاء لا يعكس الاشعة الساقطة عليه . وكذلك الاقلال من المقاومة الكهربية لاطـراف التوصـيل بجعل طبقة أخرى موصلة جيدة للكهربـاء تتخلل الغطاء الماص للاشعة (شكل ١٨) .

يمكننا الحصول على معدات انتاج كهربيـة ضوئية أعلى كفاءة وأقل تكلفـة من البطـاريات الشمسـية ، وذلك عن طـريق التحكم فى نـوع الاشعة الضوئية من حيث أطوال موجاتهـا ومن حيث شدتها ــ هذه هى المعدات الحرارية الضوئية الكهربية حيث تتحول الطاقة الحرارية الى طاقه ضوئية اولا بواسطة المصابيح الضوئية التى يمكن التحكم فى شدتها وفى أطوال موجاتها ثم تتحول الاخيرة الى طاقة كهربية .

● ● ●



شكل ١٨

خلية ضوئية كهربية .

ي ـ تخزين الطاقة :

هناك طرق مختلفة لتخزين الطاقة وفيما يلي أهم هذه الطرق مع مقارنتها ببعضها البعض ـ وسوف تكون نسبة طاقة الوقود المخزون الى كتلته هي العامل الرئيسي عند المقارنة ـ والسبب فى ذلك يظهر جليا اذا كانت الطاقة المخزونة سوف تستهلك (كما هى أو بعد تحويلها) فى المعدات المتحركة مثل السيارات والطائرات ومركبات الفضاء والصواريخ والفواصات وغيرها ، أو سوف تنقل من مكان الى مكان آخر فى الناقلات البحرية او غيرها من الناقلات . وسوف نوضح ذلك بالمثالين الآتيين وذلك قبل البدء فى شرح الطرق المختلفة لتخزين الطاقة ومقارنتها :

ان كمية وقود الجازولين التى يجب خزنها داخل سيارة نقل لتقطع مسافة قدرها ٥٠٠ كيلو متر هى حوالى عشرين جالونا كتلتها حوالى ١٢٥ رطلا وتشغل حيزا مقداره ٢٫٧ قدما مكعبا وتحتوى على طاقة مقدارها ٩٣٢ حصان / ساعة . ان أقل من ٢٠٪ من هذه الطاقة يستفاد به فى تسيير السيارة (فى مقاومة احتكاك العجلات وفى مقاومة الهواء) ، أما الجزء الاكبر وهو ٧٥٪ فيضيع سدى كحرارة فى العادم وفى المبرد (الرادياتير) وفى زيت التزييت وفى الآلة نفسها ، اى ان كفاءة الاستفادة أقل من ٢٠٪ ومن هنا تتبين أهمية رفع هذه الكفاءة بالنسبة لتخزين الطاقة .

اما المثل الثانى فهو لمركبة فضاء (صاروخية) ـ فاذا أهملنا بحق قوة الجاذبية ، واذا كانت طاقة رفع المركبة ناتجة من التفاعل الكيمائى نجد أن نسبة الطاقة الناتجة من هذا التفاعل الى كتلة المواد المتفاعلة تساوى نسبة طاقة حركة المركبة الى كتلتها ـ ومن هذا المثال يتبين لنا أهمية نسبة طاقة الوقود الى كتلته .

وفيما يلي توضيح للطرق المختلفة لتخزين الطاقة ونسبة الطاقة الى الكتلة فى كل منها :

١ ـ الطاقة المخزونة فى الرباط النووى (بالوقود النووى) : ونسبة هذه الطاقة الى كتلتها ١٢ مليون كيلو وات ساعة لكل كيلو جرام .

٢ ـ الطاقة المخزونة فى الرباط بين الذرات : تنشأ هذه الطاقة من تجاذب الكترونات الذرة وهي تسير فى مدارها مع نواة الذرة المجاورة والتي تطلق من عقالها اثناء تعديل الالكترونات المدارية عند التفاعلات الكيميائية بين الذرات .

تساوى هذه الطاقة ضعف شحنة الالكترون أى تساوى ٢ × ١٫٦ × ١٠ ـ ١٩ جول = ٠٫٩ × ١٠ ـ ٢٥ كيلو وات ساعة ـ فاذا اعتبرنا ان متوسط الوزن الذرى هو عشرة فان نسبة الطاقة الى الكتلة = $\frac{٠٫٩ \times ١٠^{-٢٥}}{٢ \times ١٠ \times ١٫٧ \times ١٠^{-٢٧}}$ = ٢٫٧٨ كيلو وات ساعة لكل كيلو جرام .

الجول (وات ـ ثانية) هو احدى وحدات الطاقة ويساوى عشرة ملايين ارج (داين ـ سم) ـ وكتلة ذرة الايدروجين تساوى ١٫٧ × ١٠ـ٢٧ كيلو جرام .

وللمقارنة نذكر أن نسبة الطاقة الى الكتلة فى حالة وقود الجازولين هى ١٢ كيلو وات ساعة .

٣ ـ **الطاقة المخزونة فى الذرات المؤينة :** وهى أكبر من الطاقة الحرارية عند التفاعلات الكيمائية بنسبة الضغط الكهربى اللازم للتأين(وهو ٢٠ ڤولت مثلا) الى الضغط الكهربى اللازم لفك الرباط بين الذرات (وهو ٢ ڤولت مثلا) .

٤ ـ الطاقة الكيمائية المخزونة فى البطاريات الكهربية الثانوية :

بالرغم من أن نسبة الطاقة الى الكتلة فى هذه الحالة هى جزء من مائة فقط عند المقارنة بوقود الجازولين ، الا أن للبطاريات الكهربية خصائص ممتازة أهمها سهولة تشغيلها وامكان شحنها مرات عديدة تجعلها مرغوبة فى تطبيقات كثيرة .

٥ ـ الطاقة الكيمائية المخزونة فى بطاريات الوقود :

نسبة الطاقة الى الكتلة هنا أعلى بكثير(عشرة الى مائة مرة) من النسبة فى حالة البطاريات التقليدية .

٦ ـ الطاقة المخزونة فى المجال الكهربى :

تخزن هذه الطاقة فى المادة العازلة داخل مكثف كهربى . ومن المواد العازلة التى تبشر بنتائج طيبة هى شرائح من الزجاج فهو يتحمل اجهادا كهربيا « ك » مقداره عشرة ملايين ڤولت لكل ملليمتر ، فاذا علمنا ان نسبة الطاقة الكهربية الى الكتلة المكثف مسطح = $\frac{E}{٢}$ $\frac{ك^٢}{ث}$ حيث ث هى كثافة المادة العازلة ، E هى معامل السعة النوعى للمادة العازلة ـ نجد أن نسبة الطاقة الكهربية المخزونة فى المادة الى كتلتها تساوى ٤ر. كيلو وات ساعة لكل كيلو جرام .

٧ ـ الطاقه الحركية المخزونة فى المعدات الدوارة (الحدافة مثلا) :

تبلغ نسبة الطاقة الى الكتلة فى هذه الحالة ٥٥ ر. كيلو وات ساعة لكل جكم اى حوالى جزء من مائتين عند المقارنة بالجازولين ـ لقد أمكن استعمال حدافة تزن ثلاثة آلاف رطل وتدور بسرعة ثلاثة آلاف دورة فى الدقيقة لتشغيل سيارة ركاب تزن ١٥ طنا وهى محملة بخمسة وثلاثين راكبا جلوسا ، وخمسة وثلاثين آخرين وقوفا ـ وعند المحطات تكون الحدافة قد استهلكت جزءا من طاقتها فى ادارة السيارة وانخفضت سرعتها . تعاد سرعتها الاولى عن طريق المحرك الكهربى المتصل بها والذى يمكن توصيله بمصدر الكهرباء بالمحطة .

٨ ـ **طاقة الغاز المضغوط :** تبلغ نسبة الطاقة الى الكتلة فى هذه الحالة جزءا من مائة فقط من النسبة فى حالة الجازولين .

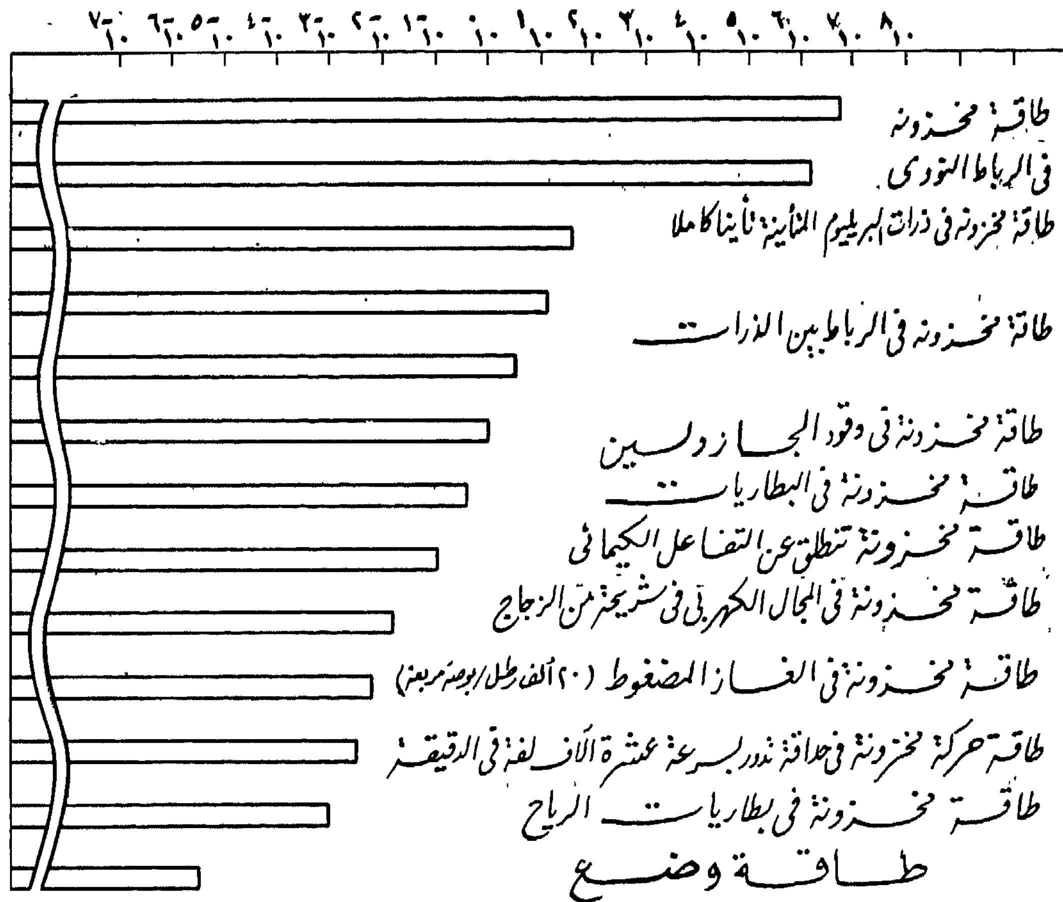
٩ ـ طاقة الوضع أو (طاقة الجاذبية الارضية) :

بالرغم من أن نسبة الطاقة الى الكتلة هنا هى جزء من مليون من النسبة فى حالة وقود الجازولين الا أن هذا النظام يعتبر من الناحية العملية وفى حالات معينة من أفيد النظم واكثرها تطبيقا ، ومن امثلة نظام المحطات الكهربية ذات الخزانات المزودة بالمضخات ـ حيث يستخدم

فائض الطاقة الكهربية اثناء الليل (وخاصة في المناطق الصناعية) في ادارة المضخات لرفع الماء الى خزانات عالية ـ وفي خلال النهار يستفاد من طاقة الوضع هذه بترك المياه تتدفق من الخزانات فتعمل المضخات كتوربينات تدار بدفع الماء ، وتدير الاخيرة بدورها معدات كهربية لانتاج الكهرباء كما ذكرنا سابقا .

ويبين شكل (١٩) نسبة الطاقة الى الكتلة في الطرق المختلفة لتخزين الطاقة متخذين النسبة الخاصة بوقود الجازولين كوحدة .

•••



شكل ١٩

الطرق المختلفة لتخزين الطاقة مبينا نسبة الطاقة الى الكتلة في كل منها متخذين هذه النسبة لوقود الجازولين كوحدة .

ك ــ نقل الطاقة وتوزيعها :

غالبا ما تكون مصادر الطاقة ، سواء كانت فحما أم زمتا أم غازا طبيعيا أم مساقط مياه أم طاقة رياح أم غير ذلك ، فى مواقع بعيدة عن اماكن استغلالها حيث تقام المحطات الكهربية عند هذه المصادر حتى تقل التكاليف ــ كما تقام محطات توليد الطاقة الكهربية سواء التى تعمل بالوقود التقليدى (الفحم أو الزيت أو الغاز الطبيعى) اوبالوقود النووى فى اماكن بعيدة ايضا (فى حالات كثيرة) عن اماكن استغلالها ، حيث يجب ان تكون بعيدة عن المدن حتى لا تتسبب فى تلوث هواء وماء سكانها ، كما يجب ان تكون فى أماكن قريبة من مصادر المياه حتى يسهل تبريد معداتها . لكل ذلك كان لا بد من نقل الطاقة الكهربية الى اماكن استغلالها .

هناك انظمة متعددة لدلك النقل أهمها نظام النقل الكهربى لنظافته وسهولة صيانته وتوزيعه ، ونظام التحويل الى « ايدروجين سائل » ونقل الاخير اما عن طريق الناقلات البحرية خارج البلاد أو فى خطوط الانابيب داخل البلاد .

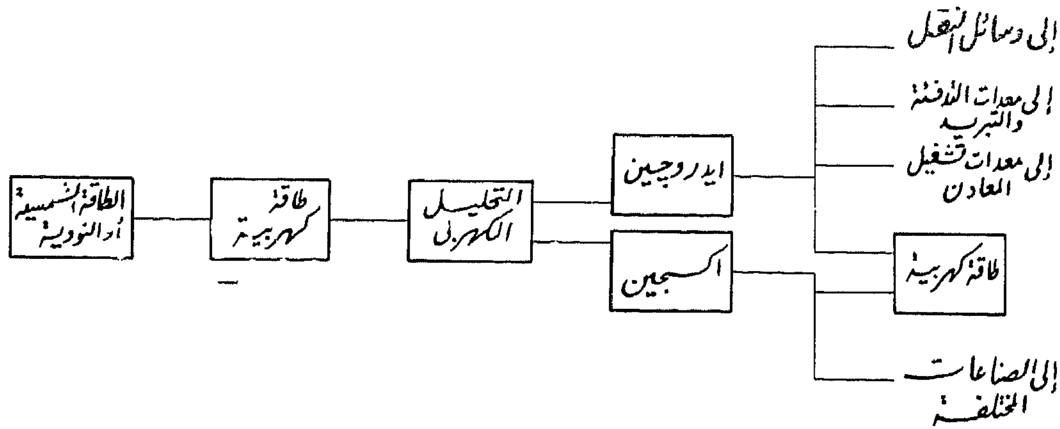
تتناسب الطاقة الكهربية المنقولة مع حاصل ضرب التيار الكهربى فى الضغط الكهربى المستخدم ــ كما تتناسب الطاقة الكهربية المفقودة أثناء النقل مع مربع التيار الكهربى ــ فيجب اذن نقل الطاقة الكهربية بتيار كهربى صغير المقدار نسبيا وبضغط كهربى عال جدا حتى تقل الطاقة الكهربية المفقودة وترتفع كفاءة النقل ــ تنقل حاليا الطاقة الكهربية على خطوط الضغط الكهربى الفائق المتغير والذى يصل الى ثلاثة ارباع المليون ڤولت ، والمقدر له ان يصل الى مليون ڤولت فى أواخر السبعينات حتى يمكن نقل اكبر قدرة كهربية ممكنة ، وكذلك على خطوط الضغط الفائق المستمر والذى يبلغ حوالى مليون ڤولت وسوف يصل الى مليونين من الڤولتات ($\pm$ مليون ڤولت) فى أواخر السبعينات وحتى يمكن ايضا زيادة القدرة المنقولة .

كما ان الاتجاهات الحديثة هى رفع الضغط الكهربى لشبكات التوزيع وكذلك استخدام الكوابل الارضية ــ وجميع المؤشرات تؤكد وجوب تعميم هذه الكوابل للتوزيع ــ هناك كوابل أرضية فى بعض المدن الكبيرة تعمل على ضغط كهربى حوالى ثلث مليون ڤولت (تيار متغير) ــ كما ان هناك بحوثا مستمرة لرفع ذلك الضغط حتى نصف مليون ڤولت فى الكوابل التى من نوع الانابيب ــ كما حدث تقدم كبير فى الكوابل التى تحمل التيار المستمر ، فقد وصل الضغط الكهربى فى بعضها الى نصف مليون ڤولت وسوف يصل الى مليوني ڤولت فى أواخر السبعينات ــ هناك بحوث مستمرة فى تحسين وتطوير المواد العازلة وفى طرق التبريد وفى دراسة طرق جديدة للنقل الكهربى فى انابيب ــ كما ان هناك بحوثا فى الكوابل ذات الغاز المضغوط كعازل ، والكوابل الملأى بالصوديوم كموصل والكوابل فائقة التوصيل الكهربى وغير ذلك .

أما فى المسافات الطويلة فالطاقة الكهربية ليست الافضل لارتفاع تكاليف نقلها ولعدم امكان خزنها بكفاءة توازى خزن الوقود نفسه ، ونوع الطاقة الافضل فى هذه الحالة هو « الايدروجين » فهو أيسر أنواع الوقود نقلا وخزنا واكثرها اقتصادا ــ والفكرة الاساسية فى اقتصاديات الايدروجين هى « اقامة المحطات النووية » أو « المحطات الشمسية » أو « المحطات التقليدية »

عند المناطق الساحلية وانتاج الطاقة الكهربيـــةمنها ، تم استخدام التيار الكهربى المســـتمر فى « التحليل الكهربى » لتعذيب مياه البحـــر المالحةتم انتاج الايدروجين ونقله بالسفن خارج البلاد للتصدير أو نقله داخــل الاقاليم للاســـتفادة بهكوقود ــ يبين شكل (٢٠) نظام الحصـــول على الايدروجين موضحا تطبيقاته المختلفة ، كما يبينالشكل أيضـــا الاكســـجين الناتـــج من التحليل الكهربى .

• • •



شكل ٢٠

نظام الحصول على الايدروجين من الطاقة النووية أو الطاقةالشمسية .

ل ــ الطاقة الشمسية بالبحار والمحيطات :

يحتاج جمع الطاقة الشمسية الساقطة علىسطح الارض الى مســاحات كبيرة من المعدات والمواد مما يجعل هذه الطاقة باهظــة التكاليف ـ لذلك اتجه المهندسون والعلماء نحو الحصول على الطاقة الشمســيه التى تمتصــها ميــاه البحاروالمحيطات وخاصة الاستوائية منها بواســـطة ما يسمى (محطات البحار الشمســية) ، ذلك لأنالمحيط (أو البحر) هو معدات التجميع نفسها ، ثم تحويل هذه الطاقة الحرارية الى طاقه كهربيةسواء بالنظم الحديثة أو بالنظم التقليدية ، ويلى ذلك تحويل الاخيرة الى طاقة كيمائية بواســطةالتحليل الكهربى حيث يتم نقلها وتوزيعها .

لقد تمكن المهندســون والعلماء من التغلبعلى كثير من العقبات حتى أمكن الحصـــول على الطاقة الكهربية من هذا المصدر الحرارى بتكاليفمعتدلة ، وأهم هذه العقبات ما يأتى :

العقبة الاولى هى ضـــآلة الآلة الحراريـــة(فهي ٣٪ فقط) حيث أن أقصى فرق بين درجة حرارة الماء الدافىء قرب السطــح والماء البارد فىالعمق (بين ٥٠٠ الى ١٠٠٠ متر) هو ٢٠ ْ مئوية،

فاذا علمنا انه ٥٥٠٠ مئويــة (فى المتوســط) فى محطات الوقود التقليدية لتبين لنا السبب فى أن الكفاءة هنا أقل بكثير من كفاءة الآلة الحرارية عنداستخدام الوقود التقليدى (الفحم أو الزيت أو الغاز الطبيعى) . هذا بالاضافة الى أن نصف هذاالمقدار وهو عشر درجات مئوية فقط هو الذى يمكن اســتغلاله فى الآلة الحراريــة نفســـها ،ويستخدم النصف الباقى فى ضخ الحرارة من سطح الماء الدافىء الى الآلة الحرارية ومن الاخيرةالى الماء البارد فىالعمق مما يؤدى الى انخفاض اكثر فى الكفاءة ــ فالكفاءة هنا تصل الى ٣٪ فقط بينمانبلغ ٤٠٪ عند اســتخدام الوقــود التقلبدى ــ ليسـت الكفاءة بالعامل الاساسى عند المقارنة بين هذا النظام ونظام الوقــود التقليدى ، ذلك لأن الوقود هنا (وهو الطاقة الشمسية) لا ثمن له ،وانما العامل الأساسى هو فى الحقيقة التكاليف الكلية عند الحصول على نفس الطاقة الكهربية من النظامين . فبالرغم من ان مساحة انابيب المرجل التى تحمل الماء الدافىء (فتنقل حرارتها الى مائع التشغيل) اضـعافا مضـاعفة (عشر مـرات) مساحتها عند استخدام الوقود التقليدى (ذلك لضخامة حجم المياه التى تتدفق فى الانابيب لامكان الحصول على طاقة كبيرة) الا انهــا تصـنع من جدران رقيقة فتقل التكاليف ــ والسبب فى ذلك أن ضغط غاز التشغيل (وهــو بخار الامونيا ذى النقل الحرارى الجيد) فى النظـام الــذى نحن بصدده أقل من جزء من عشرين من الضغط فى النظام التقليدى (فضغط بخار مائع التشــغيل يزداد بمعدل كبير مع الارتفاع فى درجة الحرارة)وبذلك يمكن استخدام انابيب رقيقــه الجدران فتقل تكاليفها ، كما تساعد على نقل الحرارة من الماء الدافىء الى الامونيــا بكفاءة أعلى ــ كما ان تكاليف المرجل هى الاخرى اقل منهــا فى حالــة الوقود التقليدى ، ذلك لأن المرجل يوضــع عادة عند أعماق معينة تحت الماء حتى يتعامل الضغط الداخلى على جدران المرجل (والناتج من ضغط غاز الامونيا) مع الضغط الخارجى (الناتج من ضغط مياه المحيط او البحر) ويمكن عندئذ تصنيع جدران المرجل من رقائق رفيعة فتقل تكاليفه .

أما العقبة الثانية فهى تآكل المعدات المعدنية نتيجة لتواجدها فى ماء البحر (ذى درجة التوصيل الكهــربى العاليــة) وذلك عن طــريق التحلبــل الكهربى ــ ان احد مقاييس التآكل هو (الجهد الكهروكيمائى) فاذا كان المعدن ذا جهد كهروكيمائى موجب فانه يتحلل كيمائيا مطلقا غاز الايدروجين ــ لقد أمكن التغلب على هذه العقبة باســتخدام معدن الالومنيوم ، فبالرغم من انه موجب الجهد الكهروكيمائى الا انه سرعان ما يتأكد ، وتكسوه طبقة من اكسيد الالومنيوم تقيه مياه البحر .

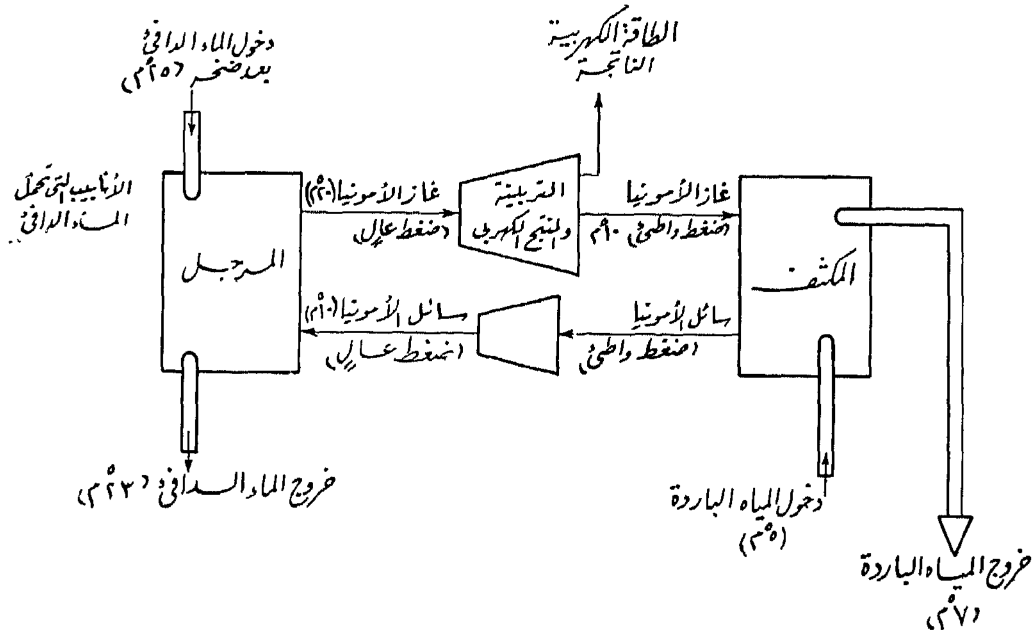
والصعوبة الثالثة هى نمو طبقة من المكروبات على جدران أنابيب المرجل فيقل انتقال الحرارة من الماء الدافىء المتدفق داخلها الى غاز التشغيل خارجها ــ وقد امكن التغلب على هذه العقبة ايضا باضافة قليل من الكلورين الى ماء البحر (بنسبة جزء الى اربعة ملايين) يكفى لمنــع نمــو هــذه المكروبات وفى نفس الوقت لا يؤثر على الكائنات الحية داخل البخار والمحيطات .

بعد التغلب على العقبات الســالفة الذكر أمكن الحصــول على وحدات تعمل من الطاقــة الحرارية الناتجه من سقوط أشعة الشمس على البحار والمحيطات برأس مال مستثمر (لكل كيلو وات) أقل كثيرا من النظم التى تعمل بالوقــود التقليدى (الفحم أو الزيت أو الغاز الطبيعى) او بالوقود النووى ــ فهو نصف رأس المال المطلوب فى حالة الوقود التقليدى وثلثه فى حالة الوقــود النووى ــ هذا بالاضافة الى أن الوقود هنا وهو الطاقة الشمسية لا ثمن له .

سوف نوجز فيما يلي وصفا لمحطة بحر شمسية وشرحا لعملها :

يمثل شكل (٢١) هذه المحطة . يُضَخّ الماء الدافىء في أنابيب تمر داخل المرجل الذى يحتوى على مائع التشغيل وهو « الأمونيا » فتنفل الحرارة من الانابيب اليه فتتبخر ويتدفق بخار الأمونيا الى التربينة (وهو عند ٢٠ مئوية) فيدير ريشها ، والاخيرة تدير المنتج الكهربى ، فيتحول جزء من طاقة بخار الامونيا الى طاقة كهربية ـ ثم يخرج بخار الامونيا من التربينة بضغط منخفض ودرجة حرارة منخفضة هى ١٠ مئوية ليكنف فى المكثف ، ثم يُضغط ويضخ فيتدفق سائل الامونيا (عند ١٠ مئوية) الى المرجل ، وهكذا نعاد الدورة .

ويمكن رفع الكفاءة الحرارية قليلا باستغلال الطاقة الحرارية بالمكثف ، حيث يُضَخّ اليه الماء البارد من البحر عند ٥ مئوية ويخرج منه عند درجة اعلى قليلا هى ٧ مئوية ـ كما هو مبين فى الشكل .



شكل ٢١

نظام انتاج الطاقة الكهربية من الطاقة الشمسية بالمحيطات او البحار (محطة بحر شمسية) .

م ــ الالكترونات ومجال الطاقة الكهربية

تلعب الالكترونات ومعداتها دورا بالغ الاهميه فى مجال الطاقة الكهربية ــ فمعدات النظم الحديثة للتحويل المباشر للطاقة الى طاقة كهربية والتى سبق أن ذكرناها هى معدات الكترونية ــ كما أن الآلات الحاسبة الالكترونية ، والتى تقوم حاليا بعديد من المهام فى مجال الطاقة الكهربية هى الاخرى معدات الكترونيه .

هناك معدات الكترونية اخرى من مواد شبه موصلة (وخاصة السيليكون والجرمانيوم) تعمل حاليا فى مجالات التوليد والتوزيع واستهلاك القوى الكهربية ، كما تعمل بالأخص فى مجال تحويل الطاقة الكهربية من نوع الى آخر والتحكم فيها بما فى ذلك معدات القطع ، وأهم هذه المعدات (الموحد الثنائى) و « الثيربستور » بأنواعه المختلفة و « الترانزستور ذو القدرة » .

وتمتاز هذه المعدات الالكترونية عن المعدات التقليدية فى انها اصغر حجما واخف وزنا وأقل حساسية للصدمات وأكثر تحملا وأقل استهلاكا وصيانة ، كما انها لا تحدث أى شرارة أو ضوضاء ، وانها أسرع استجابة فلا تحتاج الى وقت للتسخين ، هذا بالاضافة الى أنها أعلى كفاءة وأرخص ثمنا .

تبين الأمثلة الآتية الحاجة الماسة الى تحويل الطاقة الكهربية من نوع الى نوع آخر :

١ ــ الحاجة الى تغذية الماكينات التى تعمل بالتيار المستمر وكذلك الحاجة الى شحن البطاريات وكان المصدر الموجود هو تيار متغير .

٢ ــ الحاجه الى ادارة المحركات التى تعمل بالتيار المتغير وكان المصدر الموجود هو تيار مستمر .

٣ ــ اهمية نقل الطاقة الكهربية ذات الضغط العالى وهى فى حالة تيار مستمر ، نظرا الى المميزات المتعددة لذلك النقل ، والتى أهمها خفض نفقات خطوط النقل سواء كانت خطوطا هوائية ام كوابل أرضية او مائية ، وكذلك سهولة ربط الخطوط والشبكات المختلفة وغير ذلك .

وفيما يلى أهم خصائص المعدات الالكترونية فى مجال الطاقة الكهربية :

١ ــ الموحّد الثنائى : وهو يعمل على تيار كهربى متوسط يتراوح مقداره بين مئات والاف الامبيرات ، وتيار ذروة يتراوح مقداره بين الاف وعشرات الاف الامبيرات ــ فى حين أن مقدار ذروه الضغط الكهربى الذى يعمل عنده قد يصل الى عدة آلاف من القولتات ، كما يصل التردد الذى يعمل عنده الى عشرة آلاف ذبذبة . يقوم الموحد الثنائى فى العادة بتوحيد التيار ، أى بتحويل التيار المتغير الى تيار مستمر .

٢ ــ الثيربستور ذو الاتجاه الواحد : وهو يعمل على تيار كهربى متوسط يبلغ مئات الامبيرات وتيار ذروة يبلغ آلاف الامبيرات ــ كما يعمل على ضغط كهربى ذروته تبلغ عدة آلاف من القولتات كما يبلغ الضغط الكهربى الفاقد فيه ڤولتا واحدا أو أكثر قليلا ــ ويقوم الثيربستور بتوحيد التيار والتحكم فى تدفقه وقطعه ، وهناك الثيربستور العاكس الذى يحول التيار المستمر الى تيار متغير التردد .

٣ ــ الثيربستور الثلاثى ذو الاتجاهين : وهويعمل على تيار يصل مقدار جذر متوسط مربعه مئات الامبيرات ــ كما يبلغ مقدار جذر متوسطمربع الضغط الكهربى مئاتالفولتات . تمرر هذه المعدات التيار الكهربى فى اتجاهين ، فهى تؤدىعمل اثنين من الثيربستور ذى الاتجاه الواحد ــ انها فى الواقع تطوير لها .

٤ ــ الترانزستور ذو القدرة وهو يقوم بعملالثيربستور وخاصةعند الضغط الكهربى المنخفض ــ هناك ترانزستور يبلغ الفاقد فيــه مئــات منالواتات ويعمل عند تيار كهربى يبلغ المئات من الامبيرات وضغط كهربى يبلغ المئات من الفولتات .

تعمل المعدات الالكترونية السابقة الذكر فىمجالات متعددة اهمها :

١ ــ تغذية المحركات ذات السرعات القابلةللتعديل سواء التى تعمل بالتيار المستمر أم بالتيار بالتيار المتغير .

٢ ــ الحصول على مصدر طاقــة كهربيــةيعمل باستمرار بدون انقطاع ، وذلك باستخدام وحدة مكونة من بطاريــة وعديــد من الوحداتالثنائية وثيربستور عاكس ، حيث تحول الوحدات الطاقة الكهربية ذات التيار المتغير الى تيار مستمرلشحن البطارية ثم تقومالبطارية ومعها الثيربستور العاكس بتحويل طاقة البطارية الكهربية الى تيارمتغير أثناء انقطاع التيار العمومى ولا تستغرق فى ذلك الا فترةزمنية قصيرة لا يشعر بها المستهلك .

٣ ــ تغذية قطارات السـكك الحديديــةالكهربية حيث تعمل المحركات بالتيار المســتمر وتقوم الوحدات الثنائية بتحويل الطاقة الكهربيةذات التيار المتغير الى تيار مستمر .

٤ ــ تعمل الثيربســتور بدلا من القواطــعالكهروميكانيكية التى تحتاج الى صيانة مستمرة لنقط التماس والاجزاء المتحــركة بالاضــافة الىبطئها وكبر حجمها والضوضاء التى تحدثها .

٥ ــ تعمل الثيربستور ذات الضغط الكهربىالعالى فى نظم الطاقة الكهربية التى تنقل فيهــا الطاقة الكهربية بالتيار المســتمر ذى الضــغطالكهربى العالى لما لهذا النقل من مزايا سبق أن ذكرناها .

وهناك بحوث مســتمرة تهدف الى تطويروتحســين اداء المعدات الالكترونية التى تعمل فى مجال الطاقة الكهربية كما تهدف الى زيادة سعتهاورفع كفاءتها .

هذا وتعمل المعدات الالكترونيــة فى القياسوالوقايــة والتشــغيل والتحكم وغيرها فى مجال الطاقة الكهربية .



المراجع

1. G. D. Friedlander, " Energy : Crisis and Challenge, ,, IEEE Spectrum, p. 18, May, 1973.

2. ,, Steam Gas Turbines, ,, Energy, International May, 1968.

3. T. R. Brogan, MHD Power Generation, ,, IEEE Spectrum, p. 58, February, 1964.

4. M. Petrick, " Liquid-Metal Magnetohydrodynamics, ,, IEEE Spectrum p. 137,March, 1965.

5. K. V. Kordesch, " Low Temperature Fuel Vells ", Proc. of the IEEE, p. 806, May, 1963.

6. E. W. Justi, ,, Fuel Cell Research in Europe, ,, Proc. of the IEEE, p. 784, May, 1963.

7. C. G. Peattie, ,, Hydrocarbon-air Fuel Cell Systems, ,, IEEE Spectrum, p. 69, June, 1966.

8. H. A. Liebhafsky, ,, Fuel Cells and Fuel Batteries, an Engineering Review, ,, IEEE Spectrum, p. 48, December, 1966.

9. R. W. Fritts, " The Development of Thermoelectric Ppwer Generators," Proc. of the IEEE, p. 713, May. 1963.

10. R. L. Eichhorn, ,, A Review of Thermeolectric Generation, ,, Proc. of the IEEE, p. 721, May, 1963.

11. V. C. Wilson, ,, Thermionic Power Generation, ,, IEEE Spectrum, p. 75, May, 1964.

12. J. J. Loferski, ,, Recent Research on Photovoltaic Solar Energy Converters, ,, Proc. of the IEEE, p. 667, May, 1963.

13. Wedlock, ,, Thermo-Phto-Voltaic Energy Conversion, ,, Proc. of the IEEE, p. 694, May, 1963.

14. L. J. Giacoletto, ,, Energy Storage and Conversion, ,, IEEE Spectrum, p. 95, February, 1965.

15. ,, Pumped Storage in Japan, ,, Energy, International, June 1968.

16. A. Kusko, Production of Power System Development, ,, IEEE Spectrum, p. 2030, p. 2030, April, 1968.

17. A. Kusko, ,, A Prediction of Power System Development, 1968 to 2030 " IEEE Spectrum, p. 75, April, 1968.

18. L.E H., R.C.H., A.E.R., P.H W., E.J.S., J.A.S., I.F.M , E.M.S , ,, Insulated Sodium Conductors — A Future Trend, ,, IEEE Spectrum, p. 73, November, 1966.

19. V. I. Popkov, ,, EHV Transmission Lines in the Soviet Union,'' IEEE Spectrum, p. 18, February, 1969.

20. F. Flex, ,, Growth of Energy Consumption throughout the world '', IEEE, Spectrum, p. 81, July, 1964.

21. R. R. Bennett, ,, Planning for Power — A Look at Tomorrow's Station Sizes, ,, IEEE Spectrum, p. 67, September, 1968.

22. Towards 2000 MW Sets, Energy, International, March 1968.

23. A. Lavi, C Zener, ,, Energy from Sun and Sea : Plumbing the Ocean Depths : A New Source of Power, ,, IEEE Spectrum, p. 22, October, 1973.

24. H. F. Storm, ,, Solid State Power Electronics in the U.S.A., IEEE, Spectrum, p. 49, October, 1969.

25 Staff of Motorola Semiconductor Products Division, ,, High Power Solid-State Devices, ,, IEEE Spectrum, p. 93, January, 1964.

26. F. W. Gutzwiller, ,, Thyristors and Rectifier Diodes — The Semi-conductor Workhorses, ,, IEEE Spectrum, p. 192, August, 1967.

* * *

أحمد أبو زيد

الطاقة والحضارة

من أكثر الحقائق وضوحا فيما يتعلق بالمجتمع البشرى والحضارة الانسانية عموما ، تعدد أشكال المجتمعات والثقافات او الحضارات، وتنوع أشكال وصور النشاط البشرى منذ ظهور الانسان المبكر حتى الآن . وهي اشكال وصور نشأت أصلا نتيجة لمحاولة الانسان الدائمة للتغلب على البيئة الطبيعية التي تحيط به ، أوعلى الاقل محاولة التلاؤم معها . وربما كانت هذه المحاولات الطويلة المستمرة هى التي أعطت الانسان « انسانيته » وميزته تمييزا شديدا عن بقية الكائنات الاخرى . وهذا لا يعنى على الاطلاق ان تلك الكائنات لا تبذل اية جهود للتلاؤم مع البيئة التى تعيش فيها ، فى الواقع ان ثمة صراعا دائما ينشب بين الكائنات الحية والبيئة الطبيعية ، ولكنه يختلف فى الدرجه من نوع لآخر ، ولكن ربما كان الفارق الاساسي هو أن هذه الكائنات الاخرى تقوم بتلك الجهود بطريقة تلقائية تدفع اليها نفس تكوينها البيولوجى وذلك بعكس الانسان الذى يقوم بتلك المحاولات نتيجة لمبادىء عقلية تقوم على اساس ادراك المستقبل . وهذا معناه أن الجهود والمحاولات التى تصدر عنه هي فى حقيقة الامر جهود ومحاولات مقصودة،

ومتعمدة بل ومرسومة ومدروسة . وتاريخ التطور الانسانى القريب نسبيا والذى يقدر بحوالى سبعين مليون سنة ويحدد بداية مايسمه علماء الانثربولوجيا الفيزيقية بالدور الحيوانى أو الطور الشينوزوى Cenozoic Era من الزمن الجيولوجي وهو عصر الثدييات ـ يؤكد ذلك . فقد كانت هذه الكائنات تحمل معها ، ليس فقط امكانيات تطوير وتعديل هياكلها ، بل وايضا التلاؤم والتكيف مع البيئة ،وبذلك امكنها الانتقال الى مراحل متقدمة واكثر تطورا حتى ظهر الانسان الحديث او الانسان العاقل Homo sapiens بكل امكانياته وقدراته الحالية . فالتطور ليس عملية بسيطة ، وان كان يمكن القول ان العامل المسيطر فى تلك العملية هو ما يسميه داروين بالانتخاب الطبيعي Natural Selection والانتخاب الطبيعي ليس شيئا واحدا بسيطا بل هو على العكس من ذلك تماما « نتيجة أصلح مواءمة بين مكونات البيئة المحيطة باحدى السلالات الحيوانية من ناحية ،وكل خصائص التكوين الجسمى لتلك الحيوانات ذاتها من الناحية الاخرى » . وهى على اية حال عملية تدريجية تتم ببطء شديد نظرا لانها تتألف من عدد كبير جدا من الخطوات الدقيقة المترابطة، وان كان يبدو أن هناك بعض القفزات الطويلة التي لا تتخللها اية خطوات أخرى قصيرة (١) .

والذى يهمنا هنا ليس هو مجرد تطور التكوين التشريحي لهذه الكائنات الحية ، انما الذى يهمنا هو فى المكان الاول تطور ثقافة الانسان او حضارته، وبالذات حضارة الانسان « الحديث » وأسلوب حياته وحاجاته الحيوية ، وطريقة اشباع هذه الحاجات والجهود التي بذلها فى سبيل ذلك . اى اننا نأخذ ثقافة الانسان او حضارته بالمعنى الانثربولوجى لهذه الكلمة والذى يشمل كل المخترعات والعادات والتقاليد التي اوجدتها الانسانية منذ القدم ، على اعتبار ان الثقافة أو الحضارة بهذا المعنى ـ هى كل ما يساعد « الانسان » على تحقيق انسانيته . فلولا الثقافة او الحضارة لكنا على ما يقول **وليام هاولز** مجرد نوع آخر من انواع الحيوان ، اى نوع من القردة العليا ، تعيش كبقية الانواع فى جماعات صغيرة لها كل خصائص المجتمعات ، ولكنها مجتمعات بدون ثقافة . فكل زمر أو مجتمعات الشمبانزى تتصرف بأسلوب واحد ، سواء فى طريقة الأكل او النوم فوق الشجر أو التجول ،بل وفى علاقاتها الاجتماعية الصاخبة . وهذه كلها امور مميزة للشمبانزى، حددتها لها طبيعتها وقدراتها العامة . اما حالة الانسان فتختلف عن ذلك . فكل مجتمع بشرى له رصيد اضافى من السلوك يغطى ويخفى تلك الخصائص الأولى ويعدل منها . وهذا الرصيد الاضافى هو مانسميه بالثقافة . وزيادة على ذلك فان هذه الطبقة العلوية لا تتشابه ابدا فى اى مجتمعين متمايزين لانها ليست فطرية ، كما انها لا تصبح ابدا اجزاء من التكوين نفسه ، اى انها ليست فى ذاتها خاصية بيولوجية. صحيح أنها (تورث) ـ وهذه نقطة هامة ـ ولكن كما تورث الاملاك لا كما تورث العيون الزرق . فالثقافة اذن هى كل

---

(١) انظر فى ذلك ترجمتنا العربية لكتاب وليام هاولز عن « ماوراء التاريخ » دار نهضة مصر ، القاهرة ١٩٦٥ صفحة ٢٠ وما بعدها . والكتاب فى الاصل الانجليزى كان بعنوان Howells, William ; Back of History

تلك الاشياء التي لا تورث بيولوجيا . (٢) وبقول آخر بسيط فان الثقافة او الحضارة هي كل ما يتقبله الانسان كطريقة للعمل والتفكير ، وكل مايتعلمه ويعلمه لغيره من الناس . فالتعليم والتعلم هما وسيلة انتقال الثقافة او الحضارة والطريقة التي تتغير بها وتتطور . وهذه خاصية مميزة للانسان الذي ينفرد عن غيره من الحيوانات بالتالي بالقدرة على اختراع الحضارة وخلقها وتطويرها ؛ بحيث تتخذ اشكالا وصورا متفاوته تتلاءم مع الاوضاع التي تعيش فيها المجتمعات المختلفة ؛ ومع رغبة الناس فى التلاؤم والتواؤم مع هذه الاوضاع وتسخيرها لصالحهم (٣) .

وواضح من هذا كله ان الانسان انما يقوم بمناشطة المختلفة وهو مدرك تماما لما يفعل ؛ ويحاول فى هذه المناشط ان يسد حاجاته ومطالبه المتنوعة ، سواء فى ذلك الحاجات والمطالب الفسيولوجية كالطعام والشراب – وهى مطالب أساسية ، او الحاجات والمطالب الاولية كالملبس والحاجة الى الدفء ، او اخيرا الحاجات والمطالب « ذات المستوى الرفيع » كالقراءة والاستماع الى الموسيقى والقيام بالرحلات وماالى ذلك . ومع انه لا يوجد حد أقصى لحاجات الانسان ومطالبه فثمة مطالب اساسية تعتبر هي الحد الادنى لاحتياجاته . وتختلف طبيعة ومضار وصور واشكال هذه الحاجات باختلاف البيئة الثقافية ، بل وايضا البيئة الفيزيقية ؛

---

(٢) المرجع السابق ، صفحات ٥٨ – ٥٩ . والمعروف ان العالم الانثربولوجي البريطاني ادوارد بيرنت تايلور E.B. Taylor يستخدم الثقافة Culture والحضارة Civilization بمعنى واحد ، ويعرف الثقافة بقوله : « الثقافة او الحضارة ، بمعناها الاثنوجرافي الواسع ، هي ذلك الكل المركب الذى يشمل المعرفة والعقائد والفن والاخلاق والقانون والعرف وكل المقدرات والعادات الاخرى التي يكتسبها الانسان من حيث هو عضو فى مجتمع :– انظر فى ذلك:
Tylor, Primitive Culture, 1871 (Fifth Edition 1913) Vol. I, P.1.

راجع ايضا كتابنا عن « تايلور » فى مجموعة نوابغ الفكر الغربى ، دار المعارف القاهرة ١٩٥٨ ، وكتابنا عن « البناء الاجتماعي : الجزء الاول ، المفهومات » ، الهيئة المصرية العامة للتاليف والنشر ، القاهرة والاسكندرية ، الطبعة الثالثة ١٩٧٠ ، صفحة ١٨٨ .

(٣) قد يمكن ان نسترشد هنا – مرة أخرى – بمثال على درجة كبيرة من البساطه ولكن له مدلوله فى هذا الصدد – من كتاب وليام هاولز الذى سبقت الاشارة اليه . يقول هاولز « ان عصا الحفر التى من نوع معين مثلا والتى تستخدم فى اقتلاع الخضروات البرية من الارض بقصد اكلها هى ثقافة .كذلك الحال بالنسبة لارتداء جلود الحيوانات طلبا للدفء .. وقد نجد عند القردة العليا مايجعلنا نذهب الى انها تملك مثل هذه الاشياء او تستخدمها . فهي تستخدم العصا مثلا فى الحال ، وهى فى القفص ، اذا نحن زودناها بالعصى واعطيناها شيئا مثيرا لكى تستخدم العصا من اجله .. والشمبانزى يستطيع استخدامها بطرق خاصة به ، بل انه قد يبتكرها بنفسه . والواقع انه كثيرا ما تكتسح مستعمرات الشمبانزى السجينة نزوات عارمة تستخدم فيها العصا لايقاع الاذى والشر بغيرها . ولكن هذا يحدث فى الحقيقة بطريق المصادفة والعرض ، اى انه لايخلق عمدا ولا يحتفظ به ولا يورث ، بل ولايمكن فهمه كاساس رتيب منتظم فى حياة الشمبانزى .. اما الانسان فانه يستعمل هذه الاشياء ، ليس كمادة فحسب ، بل وايضا كافكار . فعصا الحفر ليست مجرد عصا قد يصادفها حوله ، وانما هى عصا (للحفر) تستخدم فى اقتلاع (الخضروات) من الارض . صحيح انه قد يرحب باستخدامها احيانا فى تاديب زوجته ، ولكنه حين يفعل ذلك يدرك انه يضربها (بعصا الحفر) . وزيادة على ذلك فان الشيء المهم ليس هو العصا ذاتها بقدر ماهو نمط العصا ، وهو نمط للسلوك . فالزمرة الاجتماعية هى التى تملكها ، وقد نعرف شخصا معينا يستخدم عصا الحفر للحصول على الخضروات كما نعرف أفضل انواعها . وهذا النمط المعروف الذى ينتج عنه عصا الحفر هو العنصر الثقافي الفعلى ... وللانسان القدرة على حفظ هذه الافكار وتغييرها والاضافة اليها . وعلى ذلك فليس من الاسفاف ان نقول ان الفارق بين قصر بكنجهام واحد الكهوف الذى يعرف سكانه اشعال النار الى جانب المدخل اقل – بشكل ما – من الفارق بين ذلك الكهف وكهف آخر لايستطيع سكانه اشعال النار » – نقلا عن ترجمتنا العربية للكتاب ، صفحتا ٦٠ – ٦١ .

وكذلك باختلاف الطبقة والعمر والجنس بل وحجم الجسم ومقدار النشاط وغير ذلك . والواقع انه كلما كانت هذه الحاجات والمطالب(ثانوية) زاد التنوع ؛ وان كان هذا لا يمنع من تنوع المطالب الأولية ذاتها . فالمجتمع الذي يعيش افراده في درجة حرارة يصل معدلها السنوى الى ٢٥ درجة مئوية مثلا يحتاج الفرد فيه الى عدد من السعرات الحراريه أقل بحوالى ٧٪ مما يحتاج اليه الفرد الذى يعيش فى مجتمع لا ترتفع درجة الحرارة فيه الى اكثر من ١٠ درجات مئوية ، وذلك على افتراض تماثل المجتمعين فى حجم السكان والتركيب العمرى ومتوسط حجم جسم الافراد وما الى ذلك (٤) .

وليس ثمة شك فى ان الانسان يحاول ان يتبع حاجاته المتنوعة باساليب متنوعه أيضا وبعناصر مختلفة . . . الخبز واللحم واللبن والقطن والصوف والوقود والورق والحديد والكهرباء والغاز وما اليها . واحدى وسائل تحقيق التوازن بين هذه العناصر المتنوعة المتغايرة هى الرجوع الى **قيمة الطاقة** التى يحتويها كل عنصر . والوحدة التى يقاس بها ذلك « الكالورى » وهذا يعنى أن الحياة تعتمد على انسياب الطاقة وتدفقها . . فالانسان يحتاج الى الطاقة ، ولكنه هو نفسه ينتج الطاقة . ومعظم ما يأخذه الانسان من طاقة يفقده فى شكل حرارة يستخدم بعضها فى عمليات كيميائية ، وبعضها (حوالى ٦٠٪) يبذلها الجسم فى شكل فضلات ونفايات ، ولكن البعض الآخر يتمثل على شكل النشاط العصبى والآلى . ومن المؤكد ان الانسان يستطيع استخدام طاقته الخاصة فى التحكم فى أشكال الطاقة الاخرى وتسخيرها الصالحه ، وهذا يؤدى بدوره الى السيطرة على البيئة الفيزيقية التى تحيط به والى تحقيق أهداف أعلى وأسمى من مجرد الاهداف التى تتعلق بوجوده المادى او الحيوانى (٥) .

والواقع أن الطاقة تصبح فى متناول الانسان حين يكشف عن مصادرها وينجح فى التحكم فيها والتغلب على مشكلة تحويلها من شكل لآخر ، فى الوقت المناسب والمكان الملائم وبطريقة اقتصادية او تكاليف معقولة . ولكى يتحقق ذلك لا بد له من أن يعتمد على مختلف انواع محولات الطاقة . واقرب مثل لهذه المحولات الى الذهن هو القاطرة البخارية التى تقوم بتحويل الطاقة الحرارية الى طاقة ميكانيكية . وكل عملية من عمليات التحويل تتضمن بالضرورة استهلاكا وفاقدا فى الطاقة . فالناتج من عملية التحويل ، اى مقدار الطاقة التى تحصل عليها فى الصورة او الشكل المناسب تكون دائما أقل من الطاقة الداخلة او التى استخدمت فى عملية التحويل ذاتها . كذلك تعتبر النباتات والحيوانات التى يتغذى الانسان على لحمها محولات للطاقة . فعن طريق التمثيل الضوئى يقوم النبات بتحويل ضوء الشمس والماء وغاز ثانى اكسيد الكربون والمعادن الى مواد عضوية تشتمل ـ ولكن بنسب مختلفة ـ على المكونات الثلاثة الرئيسية فى الطعام ، وهى الكربوهيدرات والبروتين والدهون . وبالاختصار فان النباتات هى بالضرورة محولات تقوم بتحويل ضوء الشمس الى احدى صور واشكال الطاقة الكيميائية . اما الحيوانات التى يعيش الانسان على لحمها فانها تعتبر هى ايضا محولات للطاقة ، من حيث انها تقوم بتحويل احد اشكال الطاقة الكيميائية الى شكل آخر يناسب الانسان ويكون مفيدا له . فهى تتمثل النباتات التى لا يستطيع الانسان ان

(٤) Cipolla, Carlo M. ; The Economic History of World Population ; Pelican, London 1967, p. 33.

(٥) Ibid, p. 35.

يأكلها او يهضمها ويحولها الى بروتينات ، ودهون يمكن أن يتمثلها بدوره . ونظرا لأن البروتينات الحيوانية اعلى فى القيمة الغذائية من الكربوهيدرات فان الانسان يجد من الملائم له أحيانا ان يستخدم الحيوانات كمحولات بأن يطعمها حتى بالنباتات التى يستطيع ان يعيش عليها ويتغذى عليها بسهولة . ومع ذلك فان الحيوانات ومعظم النباتات لا تعتبر — من الناحية التكنولوجية البحتة — محولات على درجة عالية من الكفاءة ؛ نظرا لأن جانبا كبيرا جدا من الطاقة الداخلة تستنفذ فى عملية حفظ حياة تلك الحيوانات ، او النباتات ذاتها والابقاء عليها . بل ان الفاقد فى الحيوانات يكون أكبر بكثير منه فى النباتات . ذلك ان الانسان حين يتناول النباتات كجزء من طعامه فانه يحتفظ بجزء معين فقط من الطاقة الكامنة فيها ، ولكنه حين يأكل البروتين الحيوانى فانه لا يحصل الا على جزء من الطاقة التى كانت تحتويها النباتات التى اكلتها الحيوانات ، **وبذلك فانه لا يحصل الا على جزء من جزء** من الطاقة التى كانت فى النباتات . وهذا هو السبب الرئيسى فى ان المجتمعات الفقيرة تعتمد على الكربوهيدرات النباتية بدلا من ان تعتمد على البروتينات الحيوانية . فكفاءة الحيوانات التى يعيش الانسان على لحمها فى اداء دورها كمحولات تقوم بتحويل أحد اشكال الطاقة الكيميائية (العشب او العلف) الى شكل آخر للطاقة (اللحم) يمكن تقديرها بأنها ١٠٪ تقريبا .. (٦) .

وحين ظهر الانسان العاقل على هذه الارض كانت النباتات والحيوانات التى تقوم بدور المحولات موجودة بالفعل من قبل . والواقع ان الانسان العاقل ظل خلال الجزء الاكبر من حياته وتاريخه لا يفعل شيئا سوى تعقب الحيوانات وتتبعها ، او جمع النباتات والثمار والدرنات . وكانت كل معرفته تنحصر فى اى الحيوانات والنباتات يصلح كطعام ، وايها لا يصلح . وكل هذا معناه ان الانسان كان ينفق وقته وجهده وطاقته فى البحث عن الطعام ، معتمدا فى ذلك على الحظ وعلى قدرته على قتل الحيوانات ، او حتى قتل غيره من بنى البشر ، وانه كان مهددا طيلة الوقت بالمجاعات مما كان يدفعه فى كثير من الاحيان الى قتل اولاده والتغذي بلحومهم . والواقع ان استخدام الطاقة فى القنص والجمع كان وسيلة لتوفير القوت للانسان خلال ما يزيد على ٩٩٪ من تاريخ الانسانية . ولم يبدا الانسان فى استثمار طاقته فى الزراعة الا خلال العشرة آلاف سنة الاخيرة فقط او نحو ذلك ، مما ترتب عليه من زيادة فى الانتاج بالنسبة للوحدة . وقد أدى ذلك الى تحول معظم الجماعات التى كانت تعيش على القنص الى الزراعة والفلاحة ، وان كانت هناك جماعات كثيرة لا تزال تعيش على الصيد والجمع ، او تجمع بين الاثنين كما هو الحال فى كثير من الشعوب الافريقية ، وعند جماعات الاسكيمو فى آلاسكا وكندا وجرينلند .

والسؤال الذى يتبادر الى الذهن ازاء هذا التنوع فى اساليب العيش والنشاط الاقتصادى وما يرتبط بهذا كله من تنظيم اجتماعى هو : ما هى خصائص انماط انسياب الطاقة Flow of Energy فى هذه الجماعات المختلفة ، سواء تلك التى تعيش على الجمع والالتقاط او الصيد والقنص او الزراعة ، او الصناعة ؟ وكيف يمكن توجيه واستغلال الطاقة المتاحة فى اوجه النشاط المختلفة حتى يمكن لمثل هذه الجماعات ان تعيش وتستمر فى الوجود ؟



---

(٦) Ibid, pp. 35-38

(١)

فى عامى ١٩٦٧ ، ١٩٦٨ قام **وليام كمب** William B. Kemp بدراسه مركزة لبعض جماعات الاسكيمو المنعزلة فى المنطقة القطبية الكندية الشرقية اهتم فيها بوجه خاص بدراسة الاوضاع الاجتماعية والاقتصادية فى قريتين تمثلان درجتين مختلفتين من التقدم والتحضر ، بحيث تعكس احدى القريتين اسلوب الحياة التقليدية القديمة التى ظلت سائدة قرونا طويلة بين الاسكيمو ، بينما تمثل القرية الثانية نمط الحياة الحديثة التى تعتمد على اساليب تكنولوجية اكثر تقدما فى عمليه صيد اسماك الصيد الكبيرة التى يعتمد عليها الاسكيمو فى معاشهم وفى كثير من نواحى حياتهم اليومية الاخرى . ومع ان كمب اراد من دراسته ان يحيط بكل نواحى النشاط البشرى والتنظيمات الاجتماعية وانماط الثقافة عند الاسكيمو ، فانه **اتجه اتجاها يعتبر جيدا الى حد ما** ، او على الاقل تطويرا لبعض الآراء النظرية السابقة فى الفكر الاجتماعى والانثربولوجى ، واعنى بذلك دراسه درجة انسياب الطاقة وتوجيهها فى المجتمع (قرى الاسكيمو فى هذه الحالة) ، وذلك عن طريق قياس الطاقة المبذولة والعائد على العائلات هناك أثناء نشاطها اليومى ، ومدى تأثر هاتين الناحيتين ، (اى الجهد البشرى المبذول فى الصيد والعائد المادى) بالتجديدات التى طرات على أساليب الصيد وتحول الاقتصاد التقليدى الى اقتصاد نقدى . ولقد كان من أول واهم ما لاحظه كمب هو أنه فى مثل ذلك الجو البارد القارص فان استمرار حياة الانسان تتوقف على مطلبين اساسيين هما : الحصول على قدر مناسب من السعرات الحرارية وذلك فى شكل الطعام الذى يأكله ، والثانى هو محاولة توفير الجو والمناخ الملائمين وذلك فى شكل المسكن والملبس . والوسيلة الوحيدة لتحقيق المطلب الأول هى صيد أسماك الصيد والتغذي عليها وان كان الناس من القرية الحديثة يستكملون طعامهم عن طريق شراء الطعام المستورد ، كما انهم يستخدمون فى الصيد وفى قنص بعض الحيوانات البارود والاسلحة التى كانوا يشترونها عن طريق النقود التى يحصلون عليها من بيع الفراء والجلود (منتجات الصيد) والاحجار المنحوتة والعاج المنقوش (اى منتجات الكفاءة والمهارة الفنية) كما ان قدرا من هذه النقود كانوا يصرفونه فى شراء الوقود اللازم لقوارب الصيد الحديثة . . وباختصار فان استمرار حياة الفرد والمجتمع كان يتطلب بذل الطاقة فى تتبع الصيد وصناعة الاشياء والسلع الفنية . ومن هذا كله فان الرجل العادى يحصل على ٣٠٠٠ وحدة حرارية (سعرات) يوميا ، وهو قدر يكفى لاستمرار النشاط المطلوب على المستوى اللازم ، او على بعض الشيء من المستوى اللازم . . . ويواصل كمب دراسته الطريفة ــ وهى فى عمومها دراسة فى الايكولوجيا الثقافية ــ ليبين الفرق بين القريتين فى طريقة بناء الاكواخ او المساكن ، سواء فى ذلك المساكن التقليدية المغطاة بالجلود والفرارات المحشوة بالاعشاب والشجيرات والتى يصل سمكها الى حوالى عشر بوصات ، او المساكن الحديثة المصنوعة من الخشب المجهز آليا والتى تزودهم بها السلطات الحكومية هناك . وتضاء المساكن من الداخل عن طريق استخدام دهن الحيوانات والاسماك وشحومها . ويلاحظ كمب مثلا ان الشحم والدهون والزيوت التى يحصل عليها الاسكيمو من احدى اسماك الصيد التى يبلغ وزنها مائة رطل فى منتصف الشتاء يصل الى حوالى ٦٤٠ اوقية وهى كمية تكفى لتدفئة المسكن المتوسط لمدة ستين ساعة بصفة مستمرة وبدرجة حرارة تصل الى حوالى ٦٨ درجة فرنهيتية وبمعدل حوالى ٥٦ درجة . والدراسة فى عمومها تسير على هذا المنوال الذى يحرص فيه

الكاتب على ان يبين ان الحياة فى هذا المجتمع انما يمكن فهمها وتفسيرها فى ضوء عامل واحد هو الطاقة : الطاقة التى يستمدها الانسان من الطبيعة ، والطاقة التى يبذلها فى أداء العمل والانتاج الذى يستمد منه الطاقة اللازمة وهكذا . فدورة الطاقة او انسياب الطاقة هو اذن العنصر الاساسي لفهم تركيب المجتمع والنظام الاجتماعي وبخاصة النظام الاقتصادى (٧) . بل الاكثر من ذلك هو ان نفس التركيب الجسمى يكشف عن مدى القدرة على اختزان الطاقة التى سوف يبذلها الجسم فيما بعد فى العمل الشاق المضنى الذى يتطلبه الصيد . فالاسكيمو كغيرهم من سكان المناطق الباردة يميلون الى السمنة كما تميل اطرافهم الى القصر والاكتناز . وهذا معناه قلة سطح الجلد الذى يفقد الحرارة وكثره كمية الدهن الذى يحتفظ بتلك الحرارة .. والحرارة طاقة فى آخر الامر .

والشيء نفسه يمكن ان يصدق ــ ولكن بطريقة أخرى مختلفة ــ على الشعوب الاخرى التى تعيش على جمع الطعام ، وتنفق فى سبيل ذلك قدرا هائلا من الطاقة ، يتناسب مع طبيعة العمل الذى يقومون به . وربما كان خير مثال لذلك ــ وهو مثال يناقض الاسكيمو تماما ــ هو جماعات البوشمن فى جنوب افريقيا الذين يواجهون مشكلة كبرى فى تتبع القنيصة للقضاء عليها بالقوس الصغيرة والسهام المسمومة . وقد تكون الاصابة غير قاتلة تماما ، ولذا يركض الحيوان الجريح هاربا بسرعة تفوق بالطبع سرعة الانسان ، فيتتبع الصياد أثره . وقد يقتضيه ذلك بضعة ايام يقطع مسافة طويلة متحملا كثيرا من المشقة والتعب . « وحتى نتبين اهمية المهارة البشرية الخالصة وقوة الاحتمال فى هذا النوع من القنص يكفى ان نذكر ان الصياد هناك يستطيع بالفعل ان يطارد الظبى الافريقى Springbuck ــ حتى ولو لم يكن جريحا ــ الى ان يقتله ، وذلك بأن يتعقبه بحيث لا يترك له أية فرصة للراحة ، وبخاصة فى الجو الحار ــ الى ان تؤدى الرمال الساخنة الى انفصال حوافره فيعجز تماما عن الحركة (٨) .

الا ان كل هذه الطاقة البشرية التى يبذلها الانسان فى الصيد وتتبع القنيصة لتستكمل عن طريق وسائل أخرى وأدوات متنوعة مثل الفخاخ والزبى والمهاوى والشباك والحراب ، سواء كان ذلك فى صيد السمك او الحيوان . وتعتبر هذه الوسائل عاملا مساعدا للطاقة التى يبذلها الانسان فى عمله ، بحيث توفر عليه بعض تلك الطاقة ، كما انه قد يستعين بطاقة الحيوانات الاخرى كالكلاب فى القنص ... بيد ان حرارة الجو وظروف البيئة الفيزيقية تملى عليهم ان يقيموا مساكنهم بطريقة مخالفة لتلك التى نجدها عند الاسكيمو . فهم يقيمون فى اكواخ صغيرة مؤقتة تقام من فروع الاشجار التى تثبت فى الارض ثم تغطى بالحشائش او بالحصير المجدول من النباتات العشبية او الجلود . وبينما يستطيع الاسكيمو تخزين الطعام لمدد طويلة فى الجليد فان حرارة الجو تمنع من ذلك عند البوشمن ، ولا تسمح بالاحتفاظ بالطعام لأكثر من يوم أو نحو ذلك ، ولذا فانهم يرون ان « أفضل موضع يوضع الطعام فيه هو المعدة » ، وهذا فى حد ذاته يزودهم بالطاقة اللازمة لاعمال الصيد . فهم يتجولون فى جماعات أو زمر صغيرة العدد ، او حتى فى عائلات ، بحثا عن الصيد . بل ان هجرة

---

(٧) راجع فى ذلك مقالا كتبه كمب نفسه بعنوان :
The Flow of Energy in a Hunting Society, Scientific American Vol. 224, No. 3, Sept. 1971, pp. 105-113.

(٨) راجع ترجمتنا العربيــة لكتــاب هاولز « ماوراء التاريخ » المرجع السابق ذكره صفحة ١٦٨ . انظر ايضا : ــ
Forde, C. Daryll, Habitat, Economy and Society : A Geographical Introduction to Ethnology, Methuen, London 1952, pp. 24-32.

الحيوان الموسمية تضطرهم الى تغيير مواطن اقامتهم . ومعظم تفكيرهم يدور حول مشكلة الطعام الذى يمدهم بالطاقة . ونظرا لفقر البيئة التى يعيشون فيها فانهم يضطرون الى ان يتناولوا صنوفا من الطعام قد تعافه الشعوب الاخرى ، وبذلك فانهم لا يفاضلون بين مختلف انواع الطعام ، وانما يكادون يأكلون كل ما يستطيعون هضمه من ظباء واسود وضباع وفيران وثعابين وسحالى وعقارب وضفادع وحشرات وديدان وكل انواع الثمار والدرنيات . بل انهم لا يكادون يحفلون بحالة الطعام ، ولذا فانهم يأكلون اللحم المتعفن وبيض النعام القديم الفاسد ، وهذا فضلا عن انهم يأكلون بشراهة ونهم حين يوجد الطعام ، ثم يقنعون بوجبة ضئيلة جدا حين يعز الطعام . ويبدو ان تلك الشراهة او ذلك النهم فى الاكل هو من خصائص ومميزات كل الشعوب والجماعات التى تعيش على الصيد والقنص نظرا للظروف التى يعيشونها (٩) . وعلى العموم فان حياتهم تعطينا صورة طيبة عما كانت عليه الاوضاع فى العصر الحجرى الوسيط .

هذان المثالان من جماعات الجمع والصيد والقنص « البدائية » التى يعتبرها الكثير من علماء الاجتماع والانثربولوجيا ممثلة لمجتمعات وثقافات العصر الحجرى الوسيط يمكن ان نستخلص منها بعض المبادىء المتعلقة بسير الحضارة وتطورها : واعتماد ذلك التطور على الطاقة التى يستمدها الانسان من الطبيعة ويختزنها ، لكى يبذلها من جديد فى العمل وفى الانتاج الحضارى ، بالمعنى الواسع للكلمة .

فالانسان فى هذه المرحلة من مراحل التطور الحضارى او الثقافى يضطر الى الرحلة والانتقال عبر مساحات شاسعة من الارض بحثا عن الطعام . وهذا فى حد ذاته مقياس ودليل كاف لقدرة الانسان على حل المشكلات التى تواجهه فى حياته اليومية ، وبخاصة مشكلة توفير الطعام والقوت وبالتالي توفير الطاقة ، او على الاصح مايعرف باسم **طاقة الوضع** Potential Energy التى يمكنه استخدامها فيما بعد . ويتحكم فى هذه الهجرات والانتقالات والتحركات بظروف من الاوضاع الجغرافية السائدة مثل البرودة والحرارة الشديدة المتطرفة واتساع المناطق التى يغطيها الجليد او الماء والجبال او الصحارى الرملية القاسية ، ولكن الاهم من ذلك كله هو خضوع هذه التحركات لعامل قلة الطعام وندرة الماء فى بعض الاحيان كما هو الحال فى الصحارى بالذات ، وما يستلزمه ذلك من ضرورة الدفاع عن الاراضى التى تقيم فيها تلك الجماعات ، أو تتحرك وتتنقل بين ربوعها باعتبارها كلها مواطن لها ، وهى مناطق تختلف من موسم لآخر تبعا لوفرة الحيوانات والاسماك التى يصطادونها او الدرنات والثمار التى يجمعونها . وتكشف هذه التحركات والهجرات عن قدرة الانسان الفائقة ـ حتى فى تلك المرحلة المبكرة او الدنيا من مراحل التطور البشرى والحضارى ـ على ان يكيف نفسه ويعدل من سلوكه واستجاباته بما يتلاءم مع الظروف والاوضاع التى تحيط به ، مستخدما فى ذلك ذكاءه وخبراته السابقة وخبرات غيره من الناس ، وهى امور ينفرد بها الانسان عن **الرئيسات غير البشرية** Non-Human Primates التى تتصرف فى

---

(٩) مما يذكره وليام هاولز (المرجع السابق ذكره ، صفحة ١٦٣) عن نهم البوشمن ان الكثيرين من الناس قد شاهدوا « شخصين اثنين من البوشمن يأتيان على شاة كاملة او على كميات مماثلة من لحوم الحيوانات المتوحشة فى نصف يوم ... وحين اقول هنا (شاة كاملة) فاننى لا أعنى الاجزاء التي نفضلها نحن فحسب ، وانما اعنى ايضا الامعاء وما اليها ... ولا مراء فى ان هذا عمل فذ وليس مجرد شيء يمكن لاى انسان ان يقوم به بغير تدريب وترويض طويلين ، وهو اقل مايمكن ان يوصف به » .

العادة بطريقة تلقائيه واستجابه للغريزة . صحيح‌ان بعض الكائنات شبه البشرية قادرة على الاستفادة من الخبرة السابقة ، ويتمثل ذلك فى ابسط مظاهره فى استخدام بعض تلك الكائنات (للادوات البسيطة) مثل فروع الاشجار فى الحفراو الحجارة فى الطرق والكسر والقذف . ولكن الانسان المبكر او الانسان الاول يتفوق عليها كلها فى قدرته على صقل وتهذيب تلك « الادوات » بل وتنويعها مما يعنى انه **حتى فى اكثر مراحل التطور تبكيرا كان الانسان يدرك تماما الفكرة والهدف من صنع تلك الادوات واستخدامها ، وانه كان يصنع تلك الادوات عن وعى وادراك من اجل تغيير البيئة الطبيعية او التغلب عليها واخضاعها لصالحه واشباع حاجاته ومطالبه** . ومن هذه الناحية وعلى هذا الاساس نجد كثيرا من العلماء يرفضون استخدام كلمة « أدوات » الا للاشياء المادية التى تستخدم عمدا وعن قصد ووعى وادراك لتغيير البيئة الفيزيقية ؛ وهم بذلك يرون ان صنع « الادوات » واستخدامها — بهذا المعنى — خاصه يتميز بها البشر وبعض اشباه البشر عن الرئيسات غير البشرية . وتستخدم الرئيسات العليا (الادوات) بنفس الطريقة التى تستخدم بها أجسامها . فهى تستعين باطرافها او حتى بجسمها كله فى الدفع والضرب والطرق والقطع والجذب وما الى ذلك ، وليست « الادوات » فى هذا كله سوى امتداد للجسم ذاته ولو أنها تساعد تلك الرئيسات على ان يكون سلوكها وافعالها أكثر فعالية نظرا لأن هذه « الادوات » تصنع من مواد اكثر قوة واحتمالا وصلابة من عضلات الجسم(١٠) .

وليس من شك فى ان الانسان الذى يعتبر ارقى الرئيسات واكثرها ذكاء وقدرة على التكيف قد استخدم خلال كل مراحل تاريخه انواعا عديدة من الآلات والادوات المتفاوتة فى البساطة والتعقيد ، وبخاصة فى الاعمال التى تتطلب معدلات لبذل الطاقة اكبر مما يستطيع ان يحصل عليه من جسمه هو وحده . ومن هذه الناحية فان الآلات تساعد الانسان فى « خفض المعدل اللازم لبذل الطاقة الى منسوب يقع فى حدود مقدرة الجسم البشرى » . ولكن رغم كل هذه الآلات التى ابتكرها الانسان خلال الآلاف الطويلة من السنين فقد ظل « مقيدا بمورد جسمه للطاقة » ، شأنه فى ذلك شأن كل الكائنات الحيوانية الاخرى(١١) . وواضح ان الانسان يبذل الطاقة ويؤدى (التسفل) لكى يعد للمستقبل ، وهو فى هذا كله يصدر عما يتميز به من التبصر البشرى الذى لا يتوفر لغيره من الكائنات .

---

(١٠) ليس من شك فى ان هذا كله لم يكن ليتحقق لولاما تتمتع به هذه الرئيسات العليا من قدرة على الاستبصار او ادراك مايحتمل وقوعه فى المستقبل . فهذا الاستبصار هوالذى يساعد البشر واشباه البشر على ان يقوموا بافعالهم عن وعى وادراك بما فى ذلك صنع الاشياء التى يستخدمونها فى تحقيق اغراضهم واهدافهم . ومن المؤكد ان الرئيسات غير البشرية لاتستخدم الادوات فى صنع ادوات أخرى ، وانما هذه خاصية مميزة للرئيسات العليا فقط من البشر واشباه البشر ، وهذه الادوات تساعد فى آخر الامر على توفير الطاقة المبذولة لتحقيق الهدف المنشود بدرجة عالية من الكفاءة . انظر فى ذلك : —

Watson, R.A., and Watson, Patty Jo ; Man and Nature : An Anthropological Essay in Human Ecology, Harcourt, Brace & World, N.Y. 1969, pp. 68-72.

(١١) انظر كتاب : آسيمون (ايزاك) : « الحياة والطاقة » ترجمة الدكتور سيد رمضان هداره — دار المعرفة — القاهرة ١٩٦٨ صفحة ١٢ .

ومن الامور المهمة فى هذا الصدد ليس فقط البحث عن الفرض الذى من أجله يبذل الانسان الطاقة ، بل وايضا البحث عن الكيفية التى بفعل بها ذلك . اذ ليس من شك فى ان هناك معدلا له نهاية قصوى محددة وثابته يستطيع بها المرء ان يقوم بالشغل . ومع أن الانسان قد تكون لديه طاقة كامنة لأداء عمل معين اذا ما أعطى الوقت الكافى لذلك ، فقد لا تتوافر لديه القدرة الكافيه لذلك الفرض . والمقصود بالقدرة هنا « المعدل الذى تبذل به الطاقة » . فلكل كائن حى قدرة معينة ثابتة يمكن بذلها ، وحيث لا يستطيع الكائن الحى استخدام طاقته بطريقة معينة وبأعلى كفاية فانه يستطيع ان يستعين بالاشياء الخارجية كالادوات (١٢) كذلك يستطيع الانسان من حيث هو اكثر ذكاء من بقية الكائنات الحية تنظيم مجهوده بوعى وادراك لاحداث المستقبل اكثر من الفصائل الاخرى : فهو يبذر الحبوب ويرعاها ويبذل فى ذلك كثيرا من الجهد خلال شهور طويلة على الرغم من عدم وجود عائد فورى على الاطلاق . ولكنه يدرك طيلة الوقت ان ذلك الجهد سوف يضمن له فى آخر الامر موردا للغذاء خلال أوقات الشدة .

والنتيجة التى نود الوصول اليها من هذا كله هى ان الانساق الحضارية او الثقافيه ـ شأنها فى ذلك شان الكائنات العضوية البيولوجية ـ تبذل فى محاولتها أداء وظائفها والمحافظة على كيانها وممارسة أنشطتها المختلفة قدرا من الطاقة التى تحصل عليها من نفس البيئات التى تقوم فيها تلك الحضارات . وسوف نحاول فى الاجزاء التالية من هذه الدراسة ان نختبر هذا الحكم وندلل على مدى صحته عن طريق الاشارة الى عدد من المجتمعات والثقافات التى تمثل مراحل مختلفة من التطور الحضارى .



(٢)

يرجع معظم الفضل فى تشبيه المجتمع الانسانى بالكائن العضوى الحى الى علماء الاجتماع والانثربولوجيا التطوريين فى القرن التاسع عشر ، ولو ان هذا التشبيه ، او ما يعرف على الاصح باسم المماثلة البيولوجية Biological Analogy انتقل الى عدد قليل من العلماء من أتباع المدرسة الوظيفية فى أوائل القرن العشرين . ثم ظهرت النزعة نفسها بعد ذلك بشكل قوى واضح عند أصحاب النزعة التطورية الحديثة من العلماء المعاصرين الذين اضافوا ابعادا جديدة الى التطورية الكلاسيكية التى كانت تسود فى القرن الماضى (١٣) ، واحد تلك الابعاد يتمثل فى تصورهم للانساق الثقافية والحضارات الانسانية على انها عمليات ديناميكية لها القدرة على الامتداد والتشعب والانتشار والنمو كميا وكيفيا على السواء ، شأنها فى ذلك شأن الكائنات العضوية البيولوجية . **فمن الناحية الكمية** فان الحضارات تمتد وتنتشر عن طريق « التكاثر » او « التناسل » ـ ان صحت هذه التسمية ، بمعنى ان الجماعات الانسانية تزداد فى الحجم وتنقسم وتتفرع طيلة الوقت بحيث يظهر عنها مجتمعات جديدة لها ثقافات وحضارات جديدة ، يتفرع عنها بدورها ثقافات

---

(١٢) المرجع السابق ، صفحة ٩ .

(١٣) انظر مقالنا عن « التطورية الاجتماعية » مجلة عالم الفكر ، المجلد الثالث ، العدد الرابع ، صفحات ١٠٤٣ ـ ١٠٦٨ .

وحضارات اخرى فرعية لا تلبث ان تنمو وتتطورلتتفـرع من جـديد وهكذا . وهـذا التفـرع فى الحضارات والانساق الثقافية التى تتخذ صوراواشكالا متنوعة يعنى فى نظر هؤلاء العلماء الامتداد والانتشار والنمو الكيفى للحضـارة وهو يرتبط ارتباطا وثيقا بمقدار الطاقه التى تخضـعها كل حضارة من تلك الحضارات وتتحكم فيها او تبذله فى مختلف نواحي النشاط الاجتماعي والاقتصادي. ذلك ان درجة التنظيم فى اى نسق مادى يتناسب تناسبا طرديا مع مقدار أو كميـة الطاقـة التى يستخدمها ذلك النسق . فكلما زاد نصيب الفردفى السنة من الطاقة التى يتحكم فيها النسـق الاجتمـاعي الثقـافي زاد حجم ذلـك النسـق من ناحية ، ووصـل الى مسـتوى أعلى فى سلم التطور او التقدم الـذى يتمثل فى تحقيق اكـبر من التفاوت او التفاضل البنائى من ناحيةاخرى. ومؤدى هذا كله انه يمكن فى راى هـؤلاء العلماء النظر الى الثقافة او الحضارة على انها نسـق حرارى ديناميكي Thermodynamic يمكن تحليله الى ثلاثة عناصر رئيسـيه هى : الطاقـة والآلات والانتاج . فالحضارة او الثقافـه هى عمل آلي لاشباع حاجات الانسان ، ولكى يتحقق ذلك فـلا بد من التحكم فى الطاقـة وتشـغيلها . بيد ان استخدام الطاقة يتطلب توافر اجهزة واسـاليب ووسائل تكنولوجية هى التى نطلق عليهـا اسـم « ادوات » أو « آلات » ونستخدمها فى التحكم فى الطاقة وتحويلها وبذلها من اجل « انتاج » السلع والخدمات التى تشبع حاجات الانسان المختلفة . وعلى ذلك فان صـيد السـمك ـ على ما يقـول الاستاذ ليزلى وايت Leslie White — وصـنع الفخـار وقص الشـعر ، وثقـب الاذنين لتعليق الاقـراط ، وبرد الاسـنان من اجـل التجميل ، ونسج الملابس وما الى ذلك من العمليات الثقافية الكثيرة هى امثلة للتحكم فى « الطاقة » وبذلها عن طريق الوسائل والاساليب الآلية من أجل اشباع حاجات ومتطلبات بشرية معينة . ومن هنا فانه يمكن النظر الى العملية الثقافيـة او الحضـارية على انها قدرة محركة Motive Power ووسيلة للتعبير واشباع للحاجات والمطالب (١٤) .

وحين يتكلم العلماء عن الطاقة فانهم يقصدون « القدرة على اداء الشغل » . فالشغل والطاقـة كلمتان او مصطلحان يكادان يكونان مترادفين ، أوعلى الاصح يمكن تعريف كل منهما بالاشـارة الى الآخر . فحين نحرك قطعة من الحجر مثـلا من مكان لآخر ، أو نعيد تشكيلها عن طريق الشطف أو الكسر فاننا نبذل طاقة وتؤدى عملا ، ونقـوم بالشـغل (انظر فى ذلك التمهيـد الخـاص بهذا العدد) . كذلك يمكن التمييز فى الكلام عن الطاقة بين المظهرين الكمى والكيفى او الصـورى . فمن الناحية الكمية يمكن قياس الطاقـة باسـتخدام وحدات محددة ومعيارية مثل الارج والسـعرات (الكالوري) والوحـدات الحراريـة البريطانيـة British Thermal Units وغير ذلك . وعلى هذا الاسـاس يمكن المقارنـة بين مقادير الطاقـة المختلفة . اما من الناحية الكيفيـة فان الطاقـة تنعكس وتظهر فى عدد كبير جـدا من الاشـكال والصور .. (١٥) فهناك الطاقة الذرية والطاقـة

---

(١٤) يذهب ليزلى وايت فى كتابه عن « تطور الثقافة The Evolution of Culture » الى انه يمكن التعبير عن ذلك كله فى صيغة رياضية بسيطة هى : $E \times T \longrightarrow P$ وفى هذه الصيغة تشير E الى الطاقة Energy و T الى الاساليب التكنولوجية Technological Means و P الى المنتوجات او Product وبذلك يمكن ترجمـة هـذه الصـيغة على النحـو التالي : الطاقـة × الاسـاليب التكنولوجية ⟵ الناتج او السلع المنتجة التى تخدم حاجات ومتطلبات الناس . انظر فى ذلك :

White, L.A. ; Evolution of Culture, McGraw-Hill, N.Y. 1959, p. 40.

(١٥) Loc. Cit.

النجمية والطاقة الخلوية . وبالمثل يمكن القول بوجود الطاقة الثقافية او الحضارية . ومن وجهة نظر الانساق الثقافية فان الاشعاع الشمسي والنباتات والحيوانات والرياح والمياه المتحركه وكل انواع الوقود والجزيئات والذرات هى صور للطاقة لها دلالتها وأهميتها من حيث انها تدخل فى الأنساق الثقافية والحضارية . والمعروف انه لايمكن خلق الطاقة من لا شيء ، كما انه لا يمكن القضاء عليها او افناءها او ابادتها وازالتها ، وكل ما يمكن عمله هو تحويلها . وعلى ذلك فانه يمكن القول ان الانساق الثقافية تعمل عن طريق التحكم فى الطاقة بشكل او بآخر ، وتحويلها الى انتاج سلع وخدمات تشبع حاجات الانسان المختلفة . وتختلف الانساق الثقافية وتتنوع من حيث هي وسائل للتحكم فى الطاقة ، وقد يكون بعضها اكثر فعالية من البعض الآخر فى هذا الصدد . فقد يستطيع أحد الانساق التحكم فى وحدات معينة من الطاقة بالنسبة للفرد فى السنة ، بينما يتحكم نسق آخر فى عدد اكبر او اصغر من تلك الوحدات وهكذا . وتنحصر اهمية ذلك فى العلاقة بين مقدار او كمية الطاقة التى امكن التحكم فيها من ناحية ، وعدد الاشخاص الذين امكن اشباع رغباتهم بهذه الوسيلة من ناحية أخرى . وعلى هذا الاساس يمكن المقارنة بين الثقافات بالرجوع الى كمية الطاقة التى امكن التحكم فيها واستخدامها بالنسبة للفرد فى السنة ، او قد يمكن عقد المقارنات بالرجوع الى « القدرة » ــ اى معدل أداء العمل ــ ثم تصنيف الثقافات فى حدود والفاظ « قوة حصان » بالنسبة للفرد .

وبطبيعة الحال فان مصدر الطاقة التى أمكن بها تشغيل واقامة الانساق الثقافية المبكرة والحضارات الأولى فى بداية تاريخ الجنس البشرى نفسه . فالطاقة التى امكن بها تنظيم الادوات والمعتقدات والعادات والشعائر والعواطف فى نسق له وظيفة Function انما كانت تستمد من الانسان ذاته ... كان الانسان مصدر القوة التي أمدت الانساق الثقافية والحضارة الاولى بالقوى المحركة ، ان أمكن هذا التعبير . وليس ثمة شك فى ان مقدار الطاقة التى يستمدها النسق الثقافى من مثل هذا المصدر (أى الانسان) كان صغيرا . فالانسان البالغ العادى يستطيع ان يولد ½ قوة حصان او ٧٥ واط فقط . ولكن مع ذلك فان معامل القدرة فى النسق الثقافى الذى يستمد كل طاقته من الكائنات العضوية البشرية ليس ١ر. قوة حصان لكل فرد على حدة ، لاننا حين نأخذ فى الاعتبار كل أفراد المجتمع من رجال ونساء وأطفال وشيوخ ومرضى وضعاف وعجزة فان المتوسط سيكون أقل من ذلك بطبيعة الحال ، وربما لا يزيد عن ٥.ر. أو ½ قوة حصان للفرد . ولما كانت كمية السلع والخدمات التى تشبع الحاجات البشرية تتناسب مع كمية أو مقدار الطاقة المتحكم فيها بالنسبة للفرد ، فان النسق الثقافى او الحضارى الذى يعمل معتمدا على الطاقة المستمدة من الكائن العضوى البشرى وحده لا بد أن تمثل أدنى حد لامكانيات الانساق الثقافية والحضارية ، وبذلك فان مثل هذه الانساق الثقافية لا بد أن تكون فى أسفل سلم التطور الحضارى ، سواء فيما يتعلق بالطاقة المستخدمة بالنسبة للفرد ، او فيما يتعلق بالسلع والخدمات الخاصة باشباع الحاجات والمطالب البشرية والمنتجة بالنسبة للفرد أيضا . وهذا لن يمنع من وجود أختلافات وتباين بين الانساق الثقافية التى تعتمد على الطاقة البشرية وحدها ... ذلك ان « عامل » الطاقة يمكن ان يتغير تبعا لاستهلاك السعرات اليومى ، كما ان « عامل » الآلة يتغير تبعا لدرجة الكفاءة . وعلى ذلك ، وبصرف النظر عن اختلافات الموطن او البيئة التى تنشأ فيها الحضارة والتى تختلف بطبيعة الحال من قبيلة لاخرى فى المجتمعات البدائية فسوف نجد ان ثمة

درجة لا بأس بها من التنوع فى الانساق الثقافية . **فمقدار الطاقة التى يتم التحكم فيها بالنسبة للفرد فى السنة هو العامل الاساسى فى هذه الحالة، بينما العاملان الآخران (الآلات والانتاج) لن تكون لهما اهمية تذكر ـ ان كانت لهما اهمية على الاطلاق ـ بدون عامل الطاقة . فبدون الطاقة لن يكون ثمة معنى للآلات والادوات ولن يكون ثمة انجاز لأى عمل او اى انتاج . وبقول آخر ، فان عامل الطاقة هو الذى يزود المجتمع بمقياس موضوعى ومعقول يمكن به قياس كل الحضارات وليس فقط الحضارات او الثقافات البسيطة ـ ومدى تطورها ، وبذلك يمكن الحكم على احدى الحضارات او احد الانساق الثقافية بالتقدم أو التخلف تبعا لمقدار الطاقة المتحكم فيها بالنسبة للفرد فى السنة (١٦) .**

وكما سبق ان ذكرنا فانه لكى يستطيع المرءان ياخذ فكرة واضحه عن الانساق الثقافية والحضارية « البدائية » التى تقوم على انتاج واستخدام الطاقة المستمدة من الكائن العضوى البشرى وحده فانه يحسن دراسة عدد من الثقافات الموجودة فى الوقت الحالى ، والتى تعكس مع ذلك نفس الملامح التكنولوجية الاساسية التى لابست المراحل الأولى مثل سكان تسمانيا أو جزر الاندمان أو جماعات الاقزام فى افريقيا أو اهالى استراليا الاصليين ، وما الى ذلك من الشعوب والاقوام « البدائية » التى تزخر بالاشارة اليها كتابات الانثربولوجيين ، وعدد كبير من الرحالة . والواقع ان العوامل التكنولوجية والبيئية تعمل معا جنبا الى جنب فى ابراز الاختلافات الثقافية بصرف النظر عن مصدر الطاقة المتحكم فيها وحجمها . ولكن مهما يكن من اختلافات الثقافات الحديثة التى تعتمد على الطاقة البشرية وحدها فى التفاصيل ، فانها كلها تتشابه فى ناحية واحدة جوهريه هى عجزها اوقصورها عن السيطرة على العالم الخارجى تماما وعن انتاج السلع التى تشبع الرغبات البشرية لكل وحدة من وحدات العمل الانسانى ، وذلك فضلا عن بساطة فلسفاتها او انساق المعرفة والاعتقاد فيها . وكما سبق ان ذكرنا اكثر من مرة فان ادلة كثيرة تشير الى ان الثقافات والحضارات الأولى تشبه الى حد كبير ثقافات وحضارات بعض المجتمعات البسيطة الموجودة حاليا ، والتي لاتعتمد الا على الطاقة الكامنة فى الجسم البشرى وحده ، ولو انها قد تكون اكثر تقدما من الناحية التكنولوجيه . وليس من شك فى أن الانسانية كانت خليقة بأن تظل فى أولى مراحل التخلف والبداوة لو لم يتمكن الانسان من أن يزيد من موارد الطاقة المتاحة له . فالانساق الثقافية لا ترقى ولا تتطور بالذكاء البشرى وحده ، أو بالقيم الثقافية او المثل العليا أو حتى بالعمل الجاد الشاق فحسب ، وانما لابد من أن يتوفر الى جانب ذلك كله الطاقة اللازمة . (١٧)

والخلاصة من هذا كله هو ان ازدياد سيطرة الانسان على المادة عن طريق التحكم فى الطاقة عملية طويلة ولاتزال قائمة ومستمرة حتى الآن ، وسوف تستغرق فى الاغلب زمنا طويلا فى المستقبل . وترجع هذه العملية ـ كما تكشف عن ذلك الكشوف الاركيولوجية ـ الى عصور سحيقة فى التاريخ وما قبل التاريخ ، اعنى الى بداية ظهور الانسانية . وقد يمكن القول ان كل تقدم

(١٦) Ibid, pp. 41-42

(١٧) Ibid, p. 43.

تكنولوجي امكن تحقيقه فى الماضي كان ينطوى فى واقع الامر على مرحلة جديدة من التحكم فى الطاقة . كذلك فان التقدم فى استخدام الادوات فى عملية توجيه المجهود البشرى نحو السيطرة على النار او على القوى الحيوانية يرجع هو ايضا الى عصور سحيقة فى القدم ، ولذا فان من الصعب معرفة كل الخطوات التى مرت بها هذه الجهود فى محاولة التحكم فى الطاقة . ولكن الذى لاشك فيه هو أن الحاجة لاتزال ماسة للعمل على التحكم فى مزيد من الطاقة لدرجة أن هناك من العلماء من يذهب الى حد القول بان الرغبة فى التحكم فى الطاقة وتسخيرها فى مختلف مظاهرها هو جزء أساسي من الطبيعة البشرية ، بل ويكاد ان يكون امرا غريزيا . (١٨)

• • •

(٣)

فى كتابه القيم عن « The Modern Theory of Energetics » يذهب فيلهلم اوستفالد Wilhelm Ostwald الى القول بأن « تاريخ الحضارة ليس سوى تاريخ تقدم سيطرة الانسان وتحكمه باطراد فى الطاقة » (صفحة ٥١١) وقد كتب أوستفالد هذا الكتاب فى بداية القرن الحالى (عام ١٩٠٧) وهى فترة شاهدت كثيرا من المناقشات حول دور الطاقة فى بناء المجتمع البشرى . وقد ادلى كثير من علماء الاجتماع والانثربولوجيا من التطوريين المحدثين ـ وبخاصة فى الثلاثينات من هذا القرن ـ بكثير من الآراء حول هذه القضية التى لم تلبث ان وجدت لها فيما بعد تطبيقات عملية فى عدد من البحوث الميدانية كتلك الدراسة التى قام بها كمب Kemp عند جماعات الاسكيمو والتى سبق الاشارة اليها ... ومحاولة دراسة العلاقة بين تزايد التحكم فى الطاقة واطراد التقدم الحضارى تنبع أصلا من الاعتقاد بأن احدى الخصائص المميزة للحضارة هى امكان انتقالها ـ او على الاصح نقلها ـ عن طريق الوسائل غير البيولوجية من جيل لآخر ، بل ومن مجتمع لآخر ومن منطقة لاخرى ، على اعتبار انها احدى صور او اشكال التراث الاجتماعى ، ومن هنا فانها تنتقل عن طريق « الاجهزة الاجتماعية » المختلفة . فالحضارة بالمعنى الذى وصفه تايلور والذى جعلها بمقتضاه مرادفة للثقافة تتألف فى آخر الامر من عناصر مادية كالآلات والادوات والمعدات والملابس والحلى وما اليها ، وعناصر غير مادية تتمثل فى الافعال والمعتقدات والاتجاهات ، او المواقف التى تظهر فى مناسبات معينة والتى تتصف كلها بخاصة الرمزية . وعلى هذا الاساس ايضا يمكن اعتبار الحضارة او الثقافة تنظيما للاساليب والوسائل الخارجة عن جسم الانسان ، والتى لايقوم بها سوى الانسان من دون بقية الكائنات الحية فى صراعه من أجل البقاء . ومن هذا تعتبر الحضارة او الثقافة متصلا Continuum متميزا عن التراث البيولوجى الذى ينتقل الينا آليا عن طريق الجينات او المورثات . والواقع ان كل العلماء الذين تعرضوا لمشكلة تعريف الثقافة او الحضارة يعطون اهمية كبرى لعنصر « التعليم » او « الاكتساب » ويبعدون عنها بالتالى كل ماهو غريزى او فطرى أو موروث بيولوجيا ، ويرون انها هى حصيلة العمل والاختراع والابتكار الاجتماعى ، او انها حصيلة النشاط البشرى ،

---

(١٨) Ubbelohde, A.R. ; Man and Energy, Hutchinson, London 1954، 0. 13.

وان وجودها بذلك غير مرتبط بوجود الافراد منحيث هم أفراد ، وهذا هو ماجعل بعض هؤلاء العلماء من أمثــال **هربرت سبنسر** Herbert Spencer **وكروبر** Kroeber يستخدمون اصطلاح « مافوق العضوى Superorganic »فى كلامهم عنها . . وعلى أية حال فحين يتكلم علماء الانتربولوجيا والاجتماع عن ثقافة شعب مــنالشعوب فانهم يقصــدون على العمــوم طرائق المعيشة وأنماط الحياة وقواعد العرف والتقاليدوالفنون السائدة فى ذلك المجتمع والتى يكتسبها اعضاؤه ويلتزمون بها فى سلوكهم وفى حيانهم .(١٩)انها بقول آخر بسيط تؤلف نسما أعلى من رتبة الاشياء المادية والاحداث الملموسة رغم احتوائهاعلى أشياء مادية كالآلات والادوات ، كما انه يمكن وصفها فى آخر ونفسيرها فى شكل مبادىء وقوانينخاصة بها . وكل هذا يغرى فى نهاية الامر بمحاوله تتبع تطور الحضارة او ثقافة الجنس البشرىكله كوحدة متكاملة .

لو اخذنا بهــذا التصــور فاننا نستطيع اننظر الى الحضارة على انها نسق عام كلى يمكن التمييز فيه بين عدد من الاجزاء او الاقسام أوحتى المظاهر ، وان كان بعض العلماء من أمثــال ليزلى وايت يرون ان من الانسب الاكتفاء بالتمييزبين ثلاثة مظاهر رئيسية يطلق عليها مصطلحات « النسق التكنولوجى » و « النسق الاجتماعى »ثم « النسق الايديولوجى » (٢٠) وسواء أكانت هذه تعتبر انساقا او مجرد مظاهر فالمهم هو انهيمكن التمييز بين ثلاثة مستويات او حتى ثلاث

---

(١٩) الواقع ان فكرة تصور الثقافة او الحضارة علىانها « تراكمية » وتكتسب عن طريق التعليم موجود لدى كل علماء الحضارة والاجتماع والانثربولوجية . فعالم الاجتماعالمشهور دو روبرتى de Roberty **يذهب الى ان الثقافة هي حصيلة الفكر والمعرفة فى المجالين النظرى والعملى علىالسواء ، ومن هنا فانها تعتبر خاصة من خواص الانسان دون غيره من الكائنات ، وهو قول يردده مالينوفسكى فى كثير منكتاباته . كذلك يذكر لنا هوبل** Hoebel **ان عامل السلوك المتعلم يعتبر ركنا هاما فى تعريف الحضارة ، وان من الضرورىان نبعد كل ماهو غريزي وفطرى وكل صور السلوك الموروثة بيولوجيا من مفهوم الثقافة . ولذا كانت الثقافة او الحضارةفى نظره هي حصيلة الابتكار الاجتماعى فقط ، وبذلك يمكن اعتبارها بمثابة التراث الاجتماعى الذى ينتقل من جيل لآخرعن طريق التعليم والتلقين . كذلك يذكر الاستاذان ماكيفر وبيج** Page **فى مجال تعريفهما للكلمه بانها تستخــدمللدلالة على كل ما صنعه اى شعب من الشعوب ــ او أوجده لنفسه ــ من مصنوعات يدوية ومحركات ونظم اجتماعية سائدةوادوات ومعدات وأسلوب للتقليد ، وباختصار كل ماصنعه الانسان أينما وجد ، فهى بذلك تعنى مجمل التراث الاجتماعىللبشرية (انظر كتابهما عن « المجتمع » الجزء الاول ترجمــة الدكتور على احمد عيسى صفحة ١١٥) . واخيرا فان رويتر** Reuter **يعرفها بانها « نشمل الادوات والمعــدات التي ظهرت وتطورت نتيجة لجهود الانســان المتصــلة لاشــباعحاجاته ، وما يرتبط بذلك من عواطف واتجاهات وميــول معقدة وكذلك الابنية المنظمة وما اليها من وسائل واســاليبالضبط التي تهدف الى اقرار النظام الاجتماعى وانتشــار نماذج السلوك المقررة ، كما يدخل فيها ايضــا النظرياتالخاصة بتفسير الكون نفسيرا فلسفيا والتى تساعد على فهم الحياة وتسهيل المعيشة بشكل او بآخر » . ومع ان هذهكلها تعريفات واسعة فضفاضة الى حد كبير الا اننا نستطيع ان نرى ان العلماء يميزون فى الحضــارة بين ثلاث فئــات اومستويات هى : المادى والاجتماعى والفلسفى كما يظهر على الخصوص من تعريف رويتر . وهذه نقطة سنعود اليها فيمابعد ، انظر فى هــذا كله الجزء الاول مــن كتابنا : البنــاء الاجتماعى ــ المفهومات ، صفحات ١٨٨ ــ ١٩٢ . كذلك انظر :ــ**

Hoebel, E.A., The Nature of Culture, in Shapiro, H.L., (ed), Man and Society, O.U.P., N.Y. 1960, p. 198 ; Reuter, E.B. ; " Race and Culture " in Lee, A.M. (Ed.), Principles of Sociology, Barnes and Noble, 1961, p. 123.

(٢٠) White, Leslie ; The Science of Culture : A Study of Man and Civilization, Farrar, Strans and Cudaly ; N.Y. 1949, p. 464.

« طبقات افقية » هي : المستوى التكنولوجي الذي يعتبر قاعدة واساسا للثقافة او الحضارة ، والمستوى الايديولوجي او الفلسفي الذي يؤلف القمة ، وبين هذين المستويين يأتي المستوى الاجتماعي . وهذه المستويات او الاوضاع تعبر في حقيقة الامر عن الادوار الثلاثة التي يمكن التمييز بينها في عملية الحضارة . فالنسق التكنولوجي هو الاساس الاول الذي يقوم عليه البناء الحضاري كله في اي مجتمع وفي اي عصر . فهو العامل المحدد للحياة الاجتماعية او النسق الاجتماعي ككل ، بمعنى انه يؤثر تأثيرا بالغا في تشكيل النظم والعلاقات الاجتماعية التي تسود في المجتمع ؛ بينما تعتبر الانساق الاجتماعية (وظائف) للتكنولوجيات المختلفة . اما الفلسفات فانها تعبر بدورها عن القوى التكنولوجية مثلما تعكس الانساق الاجتماعية وذلك في الوقت الذي تقوم فيه التكنولوجيا والمجتمع بتحديد محتوى الفلسفة واتجاهها . وهذا لا ينفي بطبيعة الحال ان الانساق الاجتماعية تدخل في عمل التكنولوجيا ، او ان الانساق التكنولوجية والاجتماعية تتأثر بالفلسفات . ولكن هناك فرقا كبيرا بين « التأثير » و « التحديد »

وعلى اي حال فان هذه الانساق الثلاثة الرئيسية التي تؤلف الحضارة تتفاعل فيما بينها ويؤثر بعضها في بعض ، ولكن على الرغم من أنها كلها تعتبر من خصائص الحضارة الانسانية فان الفئة الأولى منها تتصل اتصالا مباشرا بنفس الوجود الفيزيقي للجنس البشري ، بينما تظهر الفئتان الاخريان بالتدريج نتيجة لتقدم الانسان في سلم الحضارة ، وبذلك فهي دليل ومقياس على تقدمه وتطوره ونموه ، كما انه يمكن فهمها بالاشارة الى النسق التكنولوجي الأولى . وعلى مايقول **ليزلي وايت : ان** التكنولوجيا هي المتغير المستقل ، بينما النسق الاجتماعي يتحدد الى درجة كبيرة عن طريق الانساق التكنولوجية ، بحيث انه اذا تغيرت هذه الانساق تغير النسق الاجتماعي بالضرورة . (٢١) ان المثال الذي يضربه عالم الانثربولوجيا الاركيولوجية البريطاني (استرالي) الاستاذ جوردون تشايلد E. Gordon Childe في كتابه الشهير « الانسان يصنع نفسه » الذي يعتبر من أفضل المقدمات التي كتبت عن تاريخ الانسان المبكر يوضح مانريد ان نقول : « ان تقسيمات علماء الآثار لعصر ماقبل التاريخ الى العصر الحجري والعصر البرونزي والعصر الحديدي ليست تقسيمات تعسفية تماما ، وانما هي ترتكز على المواد التي كانت تستخدم في صنع الأدوات والآلات التي تستخدم في القطع وبخاصة الفؤوس ، وتعتبر تلك الآلات من أهم ادوات الانتاج . ويؤكد التاريخ الذي يعترف بالواقع والحقيقة اهمية هذه الآلات في تشكيل وتحديد الانساق الاجتماعية والتنظيم الاقتصادي . وزيادة على ذلك فان الفأس الحجرية ـ وهي الاداة التي تميز العصر الحجري الى حد ما على الاقل هي الآلة البسيطة التي يمكن ان يقوم بصنعها واستعمالها اي جماعة من الجماعات التي تشتغل بالصيد او الزراعة وتستطيع ان تكفي نفسها ، فهي لاتشير ضمنا الى وجود اي نوع من التخصص بالعمل او التجارة خارج حدود تلك الجماعة . اما الفأس البرونزية فهي ليست مجرد آلة أفضل من الفأس الحجرية وتحل محلها ، وانما هي ايضا تفترض وجود بناء اقتصادي واجتماعي اكثر تعقدا . ذلك ان صب البرونز عملية أصعب بكثير من ان يستطيع اي شخص ان يقوم بها في الفترات التي تفصل بين نشاطه في الزراعة او الصيد أو الاهتمام بالاطفال . انها عمل يحتاج الى وجود متخصصين ، وهؤلاء المتخصصون لابد أن

---

(٢١) Ibid, p. 366.

يعتمدوا فى نوفير مطالبهم واحتياجاتهم الاوليـةكالطعـام على فـائض انـساج غـيرهم مـن المتخصصين ... (٢٢) وهذا نفسه يصدق علىالنسق الايديولوجى الذى يعبر فيه الانسان عن تجربته الانسـانية ، ولكـن التجربه وتعبيرهاتتحـددان ايضـا بالتكنولوجيات كمـا ذكرنا . فالتكنولوجيا المتعلقة بحياة الرعى والزراعه اوالصناعة أو الحرب سوف نجد بالضرورة تعبيرا فلسفيا ملائما لها . فاحدى التكنولوجيات تجدلها تعبيرا فى الطوطمية ـ كما يقول ليزلى وايت ، بينما نجد تكنولوجيا أخرى تعبيرا عن نفسها فىالتنجيم وهكذا . (٢٣)

كل هذا يدفعنا الـى ان نعتبر التكنولوجياهى المفتاح الاساسى لفهم نمو وتطور الحضارة . وهو موقف سبق ان عبر عنه أصدق تعبير عالم الانثربولوجيا الامريكي **لويس مورجان** Lewis Morgan فى القرن الماضى فى كتابه القيم « المجتمعالقديم The Ancient Society » وهو الكتاب المسـئول مسئولية مباشرة عـن موقف علمـاءالانثربولوجيا التطوريين المحـدثين ، ومحاولتهم تفسير التطور الحضـارى بالرجـوع الى تحكمالانسان فى الطاقة (٢٤) وفى نظرتهم الى التكنولوجيا على أنها هى الوسيلة الاولىه لظهور الانساق الماديةومن بعدها الانساق الاجتماعية والايديولوجيـة والتمييز بينها . ولما كانت الانساق المادية ذاتها ،مثل الجنس البشرى (من حيث هو متميز عن الكائن البشرى الذى يعتبر جسما وليس نسقاماديا) . أو الكون (من حيث هو متميز عن الارض مثلا التى تعتبر جسما ماديا وليس نسقا ماديا)انسـاقا ديناميكية وليسـت مجـرد أنسـاق استقرارية اوستاتيكية . فان ذلك يعنى ان الطاقةتدخل فى تكوينهما بالضرورة الى جانب المادة . وهذا يذكرنا بما سبق ان قلناه من أنه يمكن وصفجميع الاشياء والموجودات (الكون والانسـان والحضارة) فى حدود والفاظ المادة والطاقة معا ،وان الحياة عملية بناء ، كما انها صراع دائم من أجل الطاقة الحـرة Free Energy ، بينمـاالتطور البيولوجى ليس الا حركـة ومزيدا مـن التنظيم ومـن التفاضـل فى البنـاء والتركيبوالتخصص الوظيفي ، وتحقيقا لمستويات اعلى من التكامل ومزيدا من تركيز الطاقة . (٢٥)

ولو نظرنا الى المسألة من وجهـة النظـرالحيوانية البحتة فسوف نجد ان الحضارة ليست وسيلة لاستمرار عملية حيـاة جنس معين هـوالجنس البشرى . فهى أداة ووسـيلة لتزويده بالطعام والمسـكن ، والمـأوى واسـاليب الدفاعوالهجوم والتنظيم الاجتماعى والتكيـف للكـون والترفيـه وما الى ذلك . الا ان اشـباع هـذهالحاجات كلها يتطلب وجود طاقة ، ومن هنا فان

---

(٢٢) Childe, Gordon, Man Makes Himself (1936), 4th ed. The Fontana Library, Collins, London 1965, p.8.

(٢٣) White, The Science of Culture ; Loc. Cit.

(٢٤) انظر فى ذلـك دراسـتنا عن « لويس مورجـانوالمجتمع القديم » ـ مجلة تراث الانسانية العدد الاول عام ١٩٧١ .

(٢٥) راجع على العموم كتاب « آسيموف عن » الطاقةوالحياة » وكذلك مقالنا عن « الظاهرة التكنولوجية » مجلة عالم الفكر . المجلد الثالث العدد الثاني عام ١٩٧٢ . انظرايضا كتاب ليزلى وايت عن علم الثقافة الذى سبقت الاشارة اليه ، صفحة ٣٦٧ .

اول وظيفــة للحضــارة او الثقافــة هى فى رأى الكثيرين ــ السيطرة على الطاقــة والتحكم فيهــا واستخدامها ، بينما الانســـاق الاجتماعيــــة والفلسفية تعتبر مجرد ملاحق للعملية التكنولوجية وتعبيرا عنها . وعلى ذلك يمكن القول ان عمــل الثقافة ككل يتوقف تماما على مقدار الطاقة التى يتم التحكم فيها وبطريقة استخدام تلك الطاقة . بيد ان استخدام الطاقة يتطلب شيئا آخــر الى جانبها ، لأن الطاقة فى حد ذاتهــا لا تعنى شــيئا ولكنها تلعب دورا معينا فى النسق الثقافى ولا بد من السيطرة عليها وتوجيهها . وهذا لن يتم الاعن طريق الاســاليب والوســـائل التكنولوجية والآلات والادوات . وتتوقف قــدرة وكفاءة تلك الآلات والادوات ، وبذلك فان مقدرتها وفاعليتها فى استخدام قدر معين من الطاقة تنعكس فى مقدار ما تنتجه من طعام أو ملابس او سلع أخرى . وقد يمكن صياغة القانون الاساسى للتطــور الثقافى اوالحضارى على النحو التالى : « لو افترضنا ثبات العوامل الاخرى فان الثقافة تتطور وترقى تبعا لمقدار الطاقة التى يتم التحكم فيها بالنسبة للفرد فى السنة أو تبعا لزيادة كفاءة الوسائل الآلية التى يمكن بها تشغيل الطاقة » . وليس ثمة ما يمنع بطبيعة الحــال من ازدياد كلا العاملين فى الوقت ذاته . وفى ضوء هذا القانون يمكن النظر فى تاريخ التطور الحضارى او الثقافى من تلك الزاوية .



ولو سلمنا بأن الحضارة هى أسلوب للتحكم فى الطاقة ، فلا بد لها من أن تعثر على تلك الطاقة فى مكان ما أولا حتى يمكن لهــا ان تتحكم فيهـــا وتستخدمها . ويقول آخــر ، لا بد من أن يعثر الانسان على مصادر الطاقة الملائمة التى يستطيع استخدامها فى عملياته الانتاجيــة ، أيا كانت هذه العمليات . وربما كان أول مصدر للطاقة استغله الانسان بأساليبه الثقافية البدائيــة ومنذ فجــر التاريخ هو **طاقة الكائن العضوى الانسانى نفسه** Human Organism . فالثقافــات الأولــى او الاصلية انما نشأت وعملت بفضل الطاقة البشرية وحدها ، او على الاقل ، كانت الطاقة البشرية هى الاساس الهــام والعنصر الفعال فى العمل . ولقد سبق ان ذكرنا ان مقدار القوة Power التى يمكن أن تتولد عن الشخص البالغ العادى ضئيلة لا تزيد عن $\frac{1}{10}$ قــوة حصــان Horsepower ، بــل ان متوسط مصادر القوة والقدرة فى انساق الثقافات والحضارات المبكرة يقل عن هذا كثيرا جــدا ولا يكاد يتعدى $\frac{1}{10}$ قوة حصان للفرد ، اذا أخذنا فى الاعتبار النســـاء والاطفال والمرضى والشـــيوخ والعجزة ومن اليهم .

وعلى أية حــال ، فان تحقيــق أى تقدم فى الحضارة لا يمكن أن يعتمد على طاقــة الانســـان وحدها . فمثل هذه الحضارة ــ ان وجــدت ــ لن تستطيع ان تتطــور وتنمو الا اذا اســـتعانت

---

(٢٦) White ; op. cit., pp 368-69 . وقد سبق ان ذكرنا (الهامش رقم ١٤) ان ليزلى وايت يعبر عن دور الطاقة فى التطور الثقافي بصيغة رياضية بسيطة هى الطاقة × التكنولوجية ⟵ الانتاج ، على أساس انه يمكــن التمييز فى اى نسق حضارى او ثقافى بين ثلاثة عوامل رئيسية هى (أ) مقدار الطاقة التى يتم التحكم فيها بالنسبة للفرد فى السنة ، (ب) قدرة او كفاءة الاساليب التكنولوجية التى يتم بها التحكم فى الطاقة وتشغيلها ثم (جـ) مقدار أو كميــة السلع والخدمات التى تشبع حاجــة الانســان والتى يتم انتاجها . ولما كانت (جـ) هنا تمثل درجة التطور فى المجتمع فان ليزلى وايت لم يلبث ان اعاد صياغة الصيغه الرياضيه السابقة بحيث تصبح C ⟵ Ext بحيث تشير C هنا الى الثقافة Culture او الحضارة Civilization .

بمصادر أخرى للطاقة . وصحيح انه يمكن تحقيق بعض النجاح عن طريق زيادة كفاءة الاساليب الفنية والتكنولوجية التى يمكن عن طريقها استغلال الطاقة البشرية وتشغيلها بدرجة افضل من الكفاءة ، ولكن هناك حدودا لتقدم الحضارة بهذا الاسلوب أو على هذا الاساس . **وقد يمكن أن ندرك مدى قصور مثل هذه الحضارات التى لا تعتمد على غير الطاقة البشرية مع الاستعانة ببعض الاساليب الفنية البسيطة الساذجة اذا نحن نظرنا الى حضارة الشعوب المتاخرة ــ او البدائية . كما يسميها بعض الانثربولوجيين ــ التى توجد فى الوقت الحالى ، او الى ثقافة أوربا مثلا فى العصر الحجرى القديم(أو العصر الباليوليثى Palaeolithic) .**

فى ذلك العصر القديم كان الانسان بطبيعة الحال مضطرا الى الاستعانة بكل ما يصادفه من اجسام صلبة مثل قطع الخشب أو الحجارة ، ثم لم يلبث أن بدأ يستخدم قطع الصخر ذات الحافات الحادة المرهفة القاطعة فى تشذيب الخشب مثلا ، ليجعل منها عصا صالحة للاستعمال ، أى انه أخذ تدريجيا يقدر شكل العصا ذاته ويدرك بوضوح فوائد صنعها بشكل معين بالذات . أى أن عملية اكتساب « الانسان المبكر » للثقافة جاءت تدريجيا وببطء شديد وليس عن طريق الوثبة او الطفرة ، كما ان الاشياء ذاتها أخذت تكتسب بالتدريج معنى أعمق بالنسبة للاشخاص الذين كانوا يستخدمونها . « وهذا المعنى هو الذى يعطى الادوات نمطها الخاص ويساعد بالتالى على ظهور شىء محدد يمكن ان يعزى الى جماعة معينة بالذات » صحيح ان القردة العليا قد « تشذب الاغصان مثلا بانتزاع الفروع الصغيرة منها ... وتقضم أطراف العصى لتجعلها مدببة ، ولكنها لم تكن تفعل ذلك أبدا الا حين تجابهها مشكلة من المشكلات وليس لكى تلائم نمطا موجودا لديها من قبل(٢٧) المهم هو ان الانسان المبكر كان يستخدم الى جانب قوته العضلية ــ أى طاقته البشرية ــ الاخشاب وقرون الوعول والعظام والاحجار المدببة الحادة والاشواك والاصداف وما الى ذلك .. وقد ظلت الثقافة ــ أى أساليب وأنماط استخدام الاشياء ــ على درجة كبيرة من البساطة والفجاجة لفترات طويلة جدا قبل ان يتمكن الانسان من صنع الآلات والأدوات المعقدة التى تختلف فى شكلها عن الاشياء والاجسام الطبيعية اختلافا كبيرا ، ولا يزال كثير من الشعوب « البدائية » الحالية تستخدم الى جانب أدواتها وآلاتها المصنوعة كثيرا من الاجسام الحادة التى يتخذونها من الطبيعة مباشرة حين يحتاج الامر الى ذلك ، كأن يستخدموا الاصداف البحرية مثلا فى قص الشعر .

وعلى العموم ، فان بدايات الحضارة بدايات غامضة الى حد كبير جدا ، ولكن من المؤكد انها استغرقت فترة طويلة من الزمن . وربما كانت أولى الادوات هى الهراوات المتخذة من العظام والتى كان يستخدمها الانسان القرد فى جنوب افريقيا (انسان جنوب افريقيا القرد Australopithecus) . والاغلب ــ كما تدل على ذلك البقايا الحفرية التى تم العثور عليها ــ أن هذه الهراوات كانت عبارة عن الاجزاء السفلى من عظم العضد (أى الكوع والجزء العلوى من الذراع) عند بعض الحيوانات المجترة الضخمة التى كانت تعيش حينذاك مثل الجنو الازرق Wildebeest . ولو صح ان الانسان الفرد كان فى ذلك الزمن السحيق يبحث فعلا وعمدا عن ذلك الجزء بالذات من العظام فى جثة ذلك الحيوان الضخم فيقتطع منه قطعة معينة لاستخدامها فى

---

(٢٧) انظر ترجمتنا لكتاب وليام هاولز : « ماوراء التاريخ » ، المرجع السابق ذكره ، صفحة ٩٤ .

قتل القردة التى كان يتغذى على لحمها فلن يكون ثمة مفر من أن نعترف بأن الانسان القرد كانت له حضـــارة ، مهما كانت هذه الحضـــارة بســـيطة وساذجة . يضاف الى ذلك أن ثمة شواهد اخرى تدل على أن الادوات الحجـرية تماثل فى القـــدم الانسان القرد ذاته أو بعض فصـــائله . ويرجع اقـــدم هذه الادوات الى بدايـــة البلايســـتوسين Pleistocene ايضا . وكانت حينذاك عبارة عن آلات حادة بسيطة الى أبعد حدود البساطة تصنع من الحصيّات الكروية بعد كسرها للحصول على حد مرهف . وقــد وجدت هـــذه الآلات فى شمال افريقيا وشرقها وجنوبها . ثم جاء بعد ذلك نوع آخـــر من الآلات والادوات فى أوروبا وفى كل أنحاء افريقيا وهى « فأس اليد الأبيفيلية » التى يحتمل انها كانت تستخدم باليدين معا لنقلها فى اقتلاع الجذور والخضروات البريـــة وكسر اغلفه الفواكه الصلبة مثل غلاف جوز الهند ، اى انها كانت تقوم بالمهمة التى تعجز عنها أسنان الانسان القرد . كذلك كان الانســـان القـــرد يعتمد على الشظيات والشطفات الحجرية الفجة المصنوعة من الصوان فى التقطيع والتقشير والحك وما اليها . ثم دخل على شكل فأس اليد فى اوروبا وافريقيا كثير من التحسنات بالتدريج ، وذلك فيما يعرف باسم **الصـــناعة الاشـــولية** Acheulean ، فأصبحت أخف وزنا وأكثـر تهذيبـا واســـتواء وتكشف عن درجة عالية نسبيا من الدقة والاتقان فى الصنعة ، كما أصبحت اطرافها اكثر استقامة وحدة نتيجة لاســـتخدام مطارق من العظام ، او الخشب فى صنعها وتشكيلها ، **وهكذا . وخلال هذه الفترة التى تزيد على نصف مليون سنة** كانت الآلات الحجرية تفقد الكثير من خشونتها وفجاجتها الأولى وتتخذ أشكالا محددة وأكثر استواء واقل وزنا وحجما وأكثر فعالية . **وعلى هذا ، ومهما يكن من أمر ذلك التطور الطويل التدريجى البطىء فانه يمكن القول ان الحضارة لم تبعد الانسان فى بداية الامر عن الطبيعة كثيرا . ولكنـــه مع ذلك عـــرف النار على ما يبـــدو واســـتخدمها فى طهو اللحم وانضاجه ، وهذه بغير شك خطوة هامة على طريق التطور الحضارى** (٢٨) .



ولقد يكون من الصـــعب علينا ان نتصـــور بشكل واضح نوع حياة القنص التى كانت تحياها الشعوب البســـيطة المبكـرة فى العصر الحجرى القديم الأدنى عن طريق دراسة أدواتهم التافهة . ولكننا نعرف الشيء غير القليل عن **أقـــوام العصر الحجرى القديم الاوســـط والاعلى ، او ما يعرف عموما بالعصر الحجري المتاخر** . فتلك الشعوب لم تندثر تماما فى حقيقة الامر ، اذ تمثلهم فى الوقت

---

(٢٨) يقول وليام هاولز فى ذلك : ان اقتصاد الانسان الاول لم يكن يختلف فى الحقيقة عن اقتصاد القردة العليا ، فقد كان يجمع ما تقدمه الطبيعة ويقتات به ، وكان ينفق فى ذلك كل وقته . ومن الجائز انه كان (يجمع) اللحم ايضا ـ على الاقل حتى مرحلة الانسان القرد ـ وليس النباتات فقط . ولكننا نستطيع ان نكون فكرة صحيحة بعض الشيء عن طعامه فى المرحلة المتقدمة قليلا فى بعض الاماكن مثل كهوف بكين حيث وجدت عظام الحيوانات جنبا الى جنب مع بذور الفواكه ، كما وجد شيء اكثر اهمية من ذلك وهو الفحم الخشبى ، مما يدلنا على أن انسان بكين كان فى تلك الفترة الدافئة الثانيـــة يستخدم النار بالفعل . والطبخ هـــو عامل هـــام مســـاعد للهضم ... ومن المحتمل ان هؤلاء البشر لم يكونوا يستخدمون الكهوف كماوى وملجا الاعرضا ـ كما كان يفعل الانسان القرد . ولسنا نعرف ما اذا كانوا قد عرفوا الملابس ، ولكن يحتمل ان الحياة لم تصل الى تلك الدرجة من الشكلية الا بعد ذلك بكثير عند شعوب العصر الموستيرى لانهم كانوا يعيشون قرب الثلاجات ولأن أدواتهم توحى بأنهم كانوا يعرفون الصناعات الجلدية .. » ـ المرجع السابق ذكره ، صفحة ١٠٨ ـ ١٠٩ .

الحالى الجماعات والقبائل « الهمجية » أو « البدائية » أو « المتوحشة » على ما تشير اليهم الكتابات الانثربولوجية فى العاده ، كما ان أساليبهم فى القنص كانت أكثر « حداثة » وتطورا . وكانوا يعتمدون فى معاشهم على اللحم فى المحل الأول وبخاصة فى أوروبا وامريكا الشمالية ، ولذا تعرف شعوب تلك الحقبه باسم « الصيادين المتقدمين » وقد امتدت تلك الفترة ما بين حوالى عام ٣٠٫٠٠٠ ق.م و ٦٫٠٠٠ ق.م على الاقل فى معظم الشرق الاوسط ـ حين بدات الزراعة بعد تراجع مرحله القنص الخالصة . ولقد خضعت صناعة الآلات الحجرية فى ذلك الطور الى كثير من التغير ، ودخلت عليها عناصر كثيرة من التطور والتقدم والتجديدات والصيغ والاشكال ، بعد ان كانت كلها فى العصر الحجرى القديم الادنى لها نمط واحد الى حد كبير . ولقد برع الانسان فى صنع النصال blades المدببة أو ذات الحدين المرهفين للغاية من أحجار الصوان عن طريق « التشطيف » اى فصل الشطفات من قطعة صوان كبيرة تعتبر بمثابة اللب أو النواة core ، وذلك عن طريق الضغط عليها بأداه صغيرة من العظم . وقد كانت هذه الشطفات تستخدم بعد ذلك فى صنع كل انواع الآلات الحادة كالمكاشط ورؤوس الحراب والمسنونات والمدى وغيرها من الآلات التى كان الانسان يستخدمها فى الصيد والقنص او القطع او الحك والقشط والتقشير وسلخ الحيوانات وما الى ذلك ، وهى كلها آلات تكشف عن درجة معينة من المهارة رغم ما بها من سذاجة وبساطة . ولم يكتف قانصو الحيوانات فى العصر الحجرى القديم الاعلى بالاعتماد على الحجارة فى صنع ما يحتاجونه اليه من آلات وادوات بل استخدموا أيضا العظام والعاج والقرون فى صنع كثير من الآلات والادوات الصغيرة الدقيقة . وبعض هذه الصناعات لا نزال تجد لها بقايا عند الاسكيمو الذين سبقت الاشارة اليهم ، وبخاصة « الهاربون » أو حربة صيد البحر التى كانت تزود بصف من الخطاطيف على طول احد جانبيها أو كلا الجانبين . وهذه كلها اسهمت اسهاما كبيرا فى الارتفاع بمستوى الانتاج عن طريق توفير قدر اكبر من الطاقة . فقد كانت هذه الآلات تعتبر عاملا مساعدا للطاقة البشرية التى كان الانسان يبذلها . وفى أواخر العصر الحجرى القديم أمكن للانسان ان يخترع وسائل جديدة فى القنص مثل القسى والسهام ، او على الاقل استخدمها بكثرة فائقة ، وساعد ذلك الناس على موازنة طعامهم والاعتماد على كثير من الاطعمة والمأكولات التى كان أسلافهم يأنفون منها مثل الطيور والحيوانات الصغيرة ، كما استعانوا بالكلاب التى يمكن اعتبارها نوعا من « الاكتشاف » من هذه الناحية . وكما يقول **هاولز** فى ذلك : « لسنا نعرف اصل الكلب على وجه الدقة ، بل اننا لا نعرف ما اذا كان الانسان هو الذى اكتشف الكلب ، او اذا كانت الكلاب هى التى اكتشفت الناس ـ اعنى أن الاثنين بدءا الصداقة أولا . والكلاب مخلوقات أنيسة لطيفة ، والاغلب انها كانت تحوم حول مخيمات الانسان فى انتظار فضلات طعامه . وقد قبلها الانسان على هذا الوضع ، ثم سمح لها بعد ذلك بأن تصاحبه وتلازمه حتى ظهر نفعها وفائدتها فى الصيد ، وذلك قبل ان يستأنسها ثم يقوم على تربيتها بوقت طويل . والواقع ان الكلاب وصلت الى ذلك المركز بالفعل فى بعض الثقافات المحدثة التى تقوم على قنص الحيوان(٢٩) .

---

(٢٩) المرجع السابق ، صفحة ١٥٤ .

الا أن العائد القليل الـذى كان يعـود على الناس من عملية قنص الحيوان دفعهم الى صـيد السـمك من البحر لاسـتكمال غذائهم . وكانت البحار تستخدم فى الطعام منذ عهد بعيد . وقد عرفـت الشـعوب المبكـرة منذ العصر الحجرى الوسيط (الميزوليثى) صيد السمك بالصنانير أو الهاربون (فى حالة الاسماك الضخمة) علاوة على استخدام الشباك . كذلك استكملت الشـعوب الميزوليثية طعامها عن طريق « الجمع » ، أى جمع الثمار والفواكه البرية والجوز . وكل هذه أنواع من النشـاط الاقتصادى تحتاج الى قدر كبير من المهارة وسعة الحيلة والدهاء والقدرة على مغالبة الظروف القاسية التى سادت فى أواخـر العصر الجليدى بعد أن كانت القوى العضلية والعنف هى الوسيلة السائدة قبل ذلك ، وبعد أن كان الانسان يعتمد اعتمادا كبيرا على طاقته الجسمية .

● ● ●

(٤)

لكى تتقدم الحضـارة الى ما وراء الحدود التى تفرضها عليها مصـادر الطاقـة الكامنة فى الجسـم البشرى وحـده مع الاسـتعانة ببعض الأدوات البدائية الفجة كان لا بد للانسان من ان يبحث عن وسائل وأساليب اخرى يستطيع بها ان يكتشف بعض المصادر الطبيعية الاخرى التى تكمن فيها مقادير اخرى اضافية من الطاقة ، وان يتحكم فى تلك الطاقة ويسخرها لصالحه . وقد استطاع الانسان خلال تجاربه الطويلة عبر العصـور أن يتعرف على ثلاثة مصادر طبيعية للطاقة هى النار والرياح والماء ، وأن يستخدمها فى حياته اليومية لاشباع حاجاته البسيطة المحدودة فى أول الامر على الاقل . ومن المحتمل جدا ان النار التى تعتبر من المصادر الهامة للطاقة الخارجية اكتشفت منذ ما يزيد على مائة الف سنة على ايدى كائنات تشبه الانسان (اشباه البشر) ، وقد انقرضـت هذه الكائنات منذ ذلـك الحين ، ولكن المهـم هـو أن اكتشـاف النار كمصدر للطاقة كان أقدم من ظهور الانسـان الحديث وان كان استخدام النار فى تلك العصور السحيقة كمصدر للطاقة محدودا بطبيعة الحال . والواقع ان كل ما يقال عن اكتشـاف النار واستخدامها كمصدر للطاقة فى العصور المبكرة من تاريـخ الجنس البشرى هـو محض افتراضات وتخمينات ، وان كان يبـدو ان أشـباه البشر شاهدوا من آثار النار المدمرة حين كانت تنشب بفعل العوامل الطبيعية كالصواعق أو البرق ، ثم عمل الانسان بعد ذلـك على (استئناسها) حين أدرك فائدتها فى الدفء وفى تخويـف الحيوانات المتوحشة وابعادها ، واخيرا بعد اكتشـاف اهميتها فى الطهو . وليس من شك فى ان من اكبر المشـاكل التى واجهت الانسان القـديم هى ايجـاد طريقة لاشعال النار عمدا عن طريق صنع شرارة ، ولذا يعتبر اكتشاف صنع الشرارة من طـرق قطعتين من الصخر من نوع معين كالصـوان مثلا خطـوه جبارة فى طريق التقدم . ولقد كانت النار فى بداية الامر تظل مشتعلة طيلـة الوقت وذلك قبـل أن يتمكن الانسان من اختراع وسيلة لاشعالها حين يريد ذلك . ويعتبر ذلك أحد الاسباب الرئيسية فى أن كثيرا من الشعوب القديمـة كانت تنظر الى النار على أنها شيء مقدس ، ولذا يجـب ان تظل

---

(٣٠) Richards, D.A. ; The Flame of Discovery, Oxford University Press, 1964, p.1.

مشتعلة بشكل مستمر ، ومن هنا ساد الاعتقادلدى كثير من الشعوب والاقوام بضرورة « اطعام اللهب المقدس » . وبمرور الزمن زادت أهميــةالنار فى الحضارات الاكثــر تقدما فاستخدمت فى صنع الفخار وتطويع المعــادن ، كما ان كثيرا من الشعوب « البدائية » كانت تستخدمها بكفاءة فى تجويف جذوع الاشجار الضخمة لصنع القوارب وبذلك كانت تحل محل القوى العضليّة البشرية. ولكن مع هذا كله فانه يمكن القــول ان النــار لم تصبح مصــدرا فعالا للطاقــة الا بعد اكتشــاف البخار ، او على الاصح اختراع الآلات والقاطرات البخاريــة فى العصــور الحديثـــة ، بينما كان استخدامها كصورة ومصدر للطاقة فى الحضارات والانساق الثقافية السابقة محدودا للغاية (٣١) . وعلى اى حال فالنار ــ كما يقــول آسيموف ــ« مصدر مركز للطاقة وباستخدامها يصبح مقدار الطاقة التى تحت امــرة الفــرد الواحد من بنى الانسان اكبر كثيرا مما يحتويه جسمه بحيث يمكن اعتباره لانهائيا ــ تقديريا . وذلك هو السبب فى ان(اكتشاف النار) يكون بلا شك اعظم مأثرة للانسان الفرد . فهى وحدها التى خلصــته من عبوديته لمورد الطاقة المحدود فى جسمه ، مضافا اليه طاقة الحيوانات التى استأنسها (٣٢) .

وتعتبر النار من أهم الاشياء التى ينفرد بها الانسان ، مهما بلغت درجـــة تخلفــه من دون الكائنات الاخرى ، فهى ظاهرة انسانية ، ان صحت هذه التسمية . ولسنا نعرف قبيلة من القبائل البدائية لم تعرف النار . وثمة اساطير كثيرة لدى معظم الشعوب القديمة والبدائيـــة . فهناك على سبيل المثال أسطورة بروميثوس الذى أنزل النار من السماء الى الارض لكى ينقذ بها الجنس البشرى من الفقر والفاقه ، كما ان الحضـــارات القديمة ومنها الحضارة المصرية عرفت عبادة الشمس فى فترة من تاريخها ، وكان الزرادشـــتيون فى فارس يعبدون النار ولا تزال بقايا هذه الديانـــة قائمة لدى البارسيين فى الهنــد (٣٣) . بل ان النار فى صورتها غير الشمسية كانت منذ أقدم التاريــخ مصدرا للضوء والحرارة والدفء ، وقد ســاعد ذلك الانسان على اكتشاف وارتياد مناطق بعيدة عن الدفء والاقامة فى الاصقاع الباردة الجليدية . اى انه يمكن القول ان اكتشـــاف النــار كان من عوامل انتشار الجنس البشرى وعمران الارض ، فضلا عن انه أدى دورا هامــا فى تغيير العادات الغذائية لدى البشر ، وبذلك وســع الانسان من مجال مصادر ومواد غذائه ، وادخل عناصر يصعب التغذي عليها بغير طهو صورتها الطبيعية . ولقد توصل الانسان خلال المائة الف سنة الماضية الى اكتشاف

---

(٣١) White, L.A. ; Science of Culture, op. cit, 0p. 370.

(٣٢) آسيموف ، ايزال ، « الطاقة والحياه » المرجع السابق ذكره ، الترجمة العربية صفحة ١٧ .

(٣٣) يمكن للقارىء ان يرجع الى كتاب سير جيمس فريزر Sir James Frazer « الغصــن الذهبى The Golden Bough حيث يجد مزيدا من الامثلة عن الدور الذى لعبته النار فى حياة مختلف الشعوب والجماعات خلال مراحل التاريخ المختلفه وعلى كل مستويات التقدم الحضــارى . وللكتاب طبعة موجزة اشرف عليها فريزر نفسه ، ولهذا الطبعة الموجزة ترجمة عربية ظهر الجزء الاول منها عام ١٩٧١ باشراف كاتب هذه الدراسة (الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ١٩٧١) .

طرق جديدة لاشعال النار والى أنواع جديدة من الوقود ساعدت على تغيير اسلوب الحياة . وكان الخشب أول نوع منها ، ثم ظهر الفحم فى القرن السابع عشر ، واخيرا البترول فى القرن الحالى . كل هذا دفع كاتبا مثل آسيموف الذى سبق الاستشهاد بكتاباته الى القول انه من بين جميع الاحرازات فى تقدم التكنولوجيا فى تاريخ الانسان احتل اكتشاف النار اولا ثم اختراع الآلة البخارية ثانية المركز الأول فى وفرة الآثار والنتائج . فالاكتشاف الاول جعل طاقة الاحتراق ميسورة للانسان ، اما الثانى فقد اخضعها للاستخدام كمحرك أولى (٣٤) .



ويبدو ان استخدام النار كان أسبق على استخدام الطاقة الكامنة فى الماء والرياح . ومع أن الانسان كان يدرك من خبرته اليومية قوة الرياح وما تستطيع ان تلحقه من خسارة وتدمير وتلف فلم يستطع فى بداية الامر على الاقل ان يدرك القوة الحقيقية الكامنة فيها وان يسخر تلك القوة لصالحه ، ولذا مرت قرون طويلة قبل ان يعرف كيف يستخدمها فى تسيير القوارب والسفن وتشغيل الآلات . وليس من شك فى أن أفضل مظهر لاستخدام طاقة الرياح هى العجلات والطواحين الهوائية باشكالها المختلفة ، والتى خضعت هى ذاتها لكثير من التطوير والتحسين والتجديد والتعديل . ومع ذلك فان معظم استخدام طاقة الرياح والهواء فى ذلك المجال يرجع الى عصور تاريخية وحديثة ، كما ان الرياح لا تعتبر حتى الآن من المصادر المهمة للقوى الا فى حدود ضيقة .

وربما كان استخدام الماء كمصدر للقوى أهم بكثير فى تاريخ الحضارة من استخدام الرياح . والاغلب ان الانسان أدرك من خبرته ومشاهدته للمياه الجارية التى تجرف أمامها العوائق ، كما تحمل جذوع الاشجار الضخمة التى تسقط فى مجراها كيف يستطيع ان يستخدمها فى نقل الاجسام الثقيلة عن طريق تحميلها فوق ألواح مسطحة من الخشب ، ثم لم يلبث بمرور الزمن ان استخدم الماء فى ادارة وتشغيل الطواحين والعجلات كوسيلة لتوفير طاقته الفيزيقية . بيد أن الأهمية الحقيقية للماء لم تظهر الا حين ارتبطت فكرة استخدام طاقة الماء مع طاقة النار للحصول على البخار الذى يعتبر اكتشافه انقلابا خطيرا فى تاريخ الحضارة الانسانية ، وفتح فصلا جديدا فى كتاب الحضارة . فتشغيل الآلات بفعل قوة البخار المتصاعد من الماء الساخن ، وآلات الاحتراق الداخلى كلها فتحت أمام الانسان آفاقا واسعة رحبة من التقدم والرقى ، وزاد من ذلك اكتشاف مستودعات الفحم والنفط والغاز الطبيعى الهائلة التى اتاحت الفرصة لتحقيق زيادة ضخمة فى مقادير الطاقة المتاحة لبناء الحضارة . ولقد ظل الاعتماد على البخار والآلات والقاطرات البخارية سائدا الى ان ظهرت الكهرباء ، ولكن يمكن على العموم ان نقارن نتائج ما يعرف باسم « **ثورة الوقود** Fuel Revolution » بنتائج الثورة الزراعية من الناحية الاجتماعية البحتة . فقد

---

(٣٤) اسيموف ، المرجع السابق ذكره الترجمة العربية صفحة ٣٣ . راجع ايضا Richards. loc. cit.

ترتب على كل منهما زيادة كبيرة فى حجم السكان وحجم الوحدات السياسية ، وحجم المدن وتراكم الثروات ، والنمو السريع فى الفنون والعلوم ، وبالاختصار ترتب على كل منهما تقدم سريع وهائل فى الثقافة أو الحضارة (٣٥) .

• • •

(٥)

ومهما يكن من أثر استخدام الرياح والماء كمصدر للطاقة فان استخدامهما كان ــ كما ذكرنا ــ فى حدود ضيقة جدا وبخاصة فى الفترات المبكرة من تاريخ الحضارة . . ومع ذلك فقد كانت هناك مصادر اخرى للطاقة متاحة حتى للشعوب التى نصفها فى العادة بأنها (بدائية) أمكن لهم تسخيرها بحذق وبراعة ، ونعنى **بذلك طاقة الحيوان والنبات** .

ومن الصعب أن نحدد بدقة بداية استئناس الحيوان ، وربما كان ذلك قد تم بطريقة عرضية بحتة فى بعض مراحل ما قبل التاريخ « حينما حامت أنواع معينة من الحيوان متخفية حول النار لالتقاط الفضلات ، ثم روضت تلك الحيوانات من أجل التسلية والصحبة بدافع من المودة التى لا تزال تربط بين الاولاد الصغار ، وبين السلاحف والخنافس والاشياء الاخرى » (٣٦) ولكن ذلك لم يلبث ان تحول الى عملية استئناس متعمدة للاستفادة من الحيوانات فى أداء (الشغل) الذى يتطلب بذل طاقات اضافية فوق طاقة البشر . وذلك طبعا بالاضافة الى الاستفادة من لحوم تلك الحيوانات ولبنها وجلودها وعظامها وغير ذلك . وكانت الحيوانات الأولى المبكرة بوجه خاص تفوق الانسان فى الحجم وفى معدل بذل الطاقة . ومنذ عصور ما قبل التاريخ استعان الانسان بالحمير والثيران التى كانت « تمثل زيادة فى مورد الطاقة المستفاد بها تتراوح بين ضعفين وسبعة أضعاف

(٣٥) الواقع ان استخدام قوى الماء لاغراض الري ، واستغلال الاختلافات الطبيعية بين مستويات الارض كان امرا معروفا منذ العصور القديمة . فقد ظهرت العجلات الافقية مثلا حوالى القرن الاول قبل الميلاد وكانت قوتها تقدر بحوالى ٣ر. كيلو وات . وحوالى القرن الرابع تم اكتشاف واستخدام العجلات الراسية التى وصلت قدرتها الى حوالى ٢ كيلو وات ، وكانت هذه العجلات تستخدم فى أول الامر فى طحن الغلال وماالى ذلك من اعمال آليه . وفى القرن السادس عشر كانت العجلات التى تدار بقوة الماء (او السوافى) اهم اداة تستخدم فى التحريك بل انها اصبحت أساس التصنيع فى اوروبا الغربية . وفى القرن السابع عشر كان ناتج القوة يصل الى مستويات عالية نسبيا بلغت فى بعض الاحيان الى اكثر من خمسين كيلو وات . اما الطواحين الهوائية فالاغلب انها ظهرت لاول مرة فى أوربا فى القرن الثامن عشر واستخدمت فى طحن الغلال ورفع المياه والاثقال من المناجم وما الى ذلك . وتصل قدرة هذه الطواحين الهوائية أحيانا الى ١٢ كيلو وات ، ولكن عيبها الاساسى هو اعتمادها تماما على الرياح . اما البخار فان استخدامه كمحرك يعتبر حديثا نسبيا اذا قورن بالطواحين المائية او الهوائيه ، وان كان هناك مايدل على ان تجربة من هذا القبيل أجريت فى الاسكندرية فى القرن الاول الميلادى ، ومع ذلك فالواقع ان البخار لم يستخدم بكفاءة وفاعلية الا منذ القرن السابع عشر كقوة محركة ، بل ان الثورة الصناعية المبكرة كانت تعتمد فى اول الامر على الطواحين الهوائية والمائية كمحركات اولية . ولذا كانت مراكز التصنيع تنشأ وتقام حيث توجد تلك الطواحين ومصادر القوة ، ولم تصبح الآلة البخارية محركا اوليا الا منذ منتصف القرن التاسع عشر فى اوروبا . انظر فى ذلك :

Starr, Chauncey ; " Energy and Power ", Scientific American, Vol. 225, No. 3, Sept. 1971, pp. 37-38.

(٣٦) آسيموف ، المرجع السابق ذكره ، صفحة ١٣ .

الطاقة المتوافرة من عدد مماثل من الرجال ، بينما الخيل تضاعف مورد الطاقة المستفاد بها عشرة اضعاف » (٣٧) . ولكن على الرغم من أن استعمال الحيوانات يرفع معدلات الطاقة التى يمكن بذلها فان ذلك يتم فى حدود متواضعة نسبيا ، حتى لو اخذنا فى الاعتبار استخدام الحيوانات الضخمة مثل الجمال والفيلة ، كما ان العناية بالحيوانات ذاتها تكلف الانسان بذل قدر من طاقته ، الخاصة التى كان يمكن استخدامها فى قضاء حاجاته المباشرة ...

بيد ان استئناس الحيوان أدى الى زيادة مصادر الطاقة المستخدمة فى بناء الحضارة من ناحية أخرى مختلفة تماما . ذلك أن هذا النوع من النشاط يعني بالضرورة تحقيق زيادة محسوسة فى انتاج الطعام وغير ذلك من نتاج الحيوانات بالنسبة للجهد الذى يبذله الانسان فى عمله ، اعنى الجهد المبذول فى قنص الحيوان وتربيته . فعملية الاستئناس تختلف اختلافا جوهريا عن القنص والصيد . ففى حياة القنص يقوم الانسان بقتل الحيوان واكل لحمه دون ان يستفيد منه فى العمل أو فى الحياة اليومية وذلك بعكس الحال بالنسبة لعملية استئناس الحيوان وتربيته ، اذ يعيش الانسان هناك على القطيع دون ان يؤدى ذلك الى نقصان حجم القطيع ، بل العادة ان حجم القطيع يزداد باستمرار أن لم تقم عوامل طارئة تؤدى الى هلاكه . وزيادة حجم القطيع معناه بطبيعة الحال زيادة موارد الطاقة الكامنة فى الحيوانات والتى يمكن استخدامها فى (الشغل) وبالتالى اتاحة فرصة اكبر لتحقيق مستوى أعلى من الحضارة .

ولقد ساعد استئناس الحيوان بشكل مباشر على استئناس وتدجين النباتات البرية مما أدى الى تحول شعوب واقوام العصر الحجرى القديم والوسيط من حياة الجمع والالتقاط والقنص التى تعتمد على التحول الى حياة الاستقرار ، وما ارتبط بالاستقرار من زيادة التحكم فى المصادر النباتية الطبيعية ، ثم ممارسة الزراعة كأسلوب للعمل والحياة . وربما كان أهم النباتات التى تم استئناسها وتدجينها هى الحبوب التى يصفها تايلور Tylor بأنها **« المحرك الأعظم لقوى الحضارة »** ، على اعتبار أن كل الحضارات الكبرى القديمة ظهرت نتيجة لزراعة الحبوب . بل اننا لا نكاد نعرف حضارة واحدة ازدهرت بعيدا عن هذا النوع من الزراعة .

ويرجع ظهور الزراعة الى العصر الحجرى الحديث أو العصر النيوليثى Neolithic الذى يتميز بالفؤوس الحجرية المصقولة . وبتوصل الانسان الى « زراعة » الطعام و « تربيته » بدلا من مجرد الاكتفاء بجمعه أو قنصه . وكما يقول وليام هاولز : « لو تعين علينا ان نختار أعظم واجل تغير واحد طرأ على التاريخ البشرى كله حتى وقتنا الحاضر لكان هو استئناس الطعام وتدجينه . وانا أعنى هنا بالطبع التغير الناشىء عن التطور الثقافى باعتباره متميزا عن التغير البيولوجى » (٣٨) . ويمكن ارجاع بدء ذلك العصر الى حوالى عام ٦٠٠٠ ق.م . والواقع انه حوالى عام ٤٠٠٠ ق.م كانت القرى الزراعية قد انتشرت انتشارا واسعا فى الشرق الادنى ، وكان العمل الأول للناس حينذاك هو زراعة القمح والشعير ، مستخدمين فى الحصاد مناجل مستقيمة هى عبارة عن قطعة من الخشب أو العظام تثبت فيها نصال حادة من الصوان ، كما كانوا يطحنون الغلال على طاحونة يدوية دوارة

---

(٣٧) المرجع السابق ، صفحة ١٤ ـ انظر ايضا
White, L.A. ; Science of Culture, op. cit., p. 371.

مصـنوعة من الحجارة ، او على رحى حجـرية . ولكنهم الى جانب الزراعة كانوا يهتمون بتربيـة الابقار والاغنام والماعز والخنازير ، بالاضافة الى قنص الحيوانات البرية وصيد السمك والطيور . ومع أن الزراع الأوائل فى العصر الحجرى القديم لم يعرفوا صناعة الفخار او نسـج الملابس ، فانه يكفى لتقدير مدى تقدمهم الحضارى واستخدامهم للطاقة غير البشرية ان تدرك انهم كانوا يعتمدون فى المحـل الاول على طاقـة الحيـوانات التـى استأنسـوها ، بالاضـافه الى الأدوات والآلات الزراعية المصقولة المصنوعه من الحجارة الصلبة أيضا .. الا ان هاتين الصناعتين ظهرتا مع ذلك فى قـرى العصر الحجرى الحـديث فى وقت مبكـر نسبيا . وصناعة الاوانى الفخاريـة بالذات التى تحتاج الى تطويع الطفل او الصلصال قبل تشكيله باضافة الرمل أو الحصى تعتمد على الطاقة الكامنة فى النار التى تستخدم فى احراق الطفل بعد تشكيله وذلك لتغيير طبيعته الكيميائية . وفى الوقت ذاته ظهرت فى أوروبا الفؤوس الحجرية المشحوذة التى كانت تستخدم فى قطع الاشجار وتطهير الارض من الغابات لزراعتها . وقد اضافت هـذه الفؤوس طاقة اخرى اضافية جديـدة الى طاقـة المجهود العضلى الذى يبذله الانسـان . ومع ذلـك فان جهود الانسان لازالة الغابات بالفأس الحجرية لم يقدر لها النجاح تماما . فقد كانت الغابات تنمو طيلة الوقت من جديد ، ولم يستطع ازالتها كلية والى غير رجعة سوى الفأس المصنوعة من الصلب ، وذلك فى العصور الوسطى (٣٩) .

وواضح من هذا كله كيف ان التقدم فى التطور الحضارى كان يرتبط منذ نشأة الانسـان المبكر بالزيادة فى مقدار الطاقة التى يتحكم فيها الانسان عن طريق الاساليب الرعوية والزراعية . وهذا هو فى الواقع ما تدل عليه الآثار الاركيولوجية خـلال الآلاف القليلة الماضية من الاعوام . اذ لم تلبث الحضارات القديمة الكبرى ان ظهرت بعد اختراع الزراعة بالذات ، وهذا يصدق على مصر وبلاد ما بين النهرين والهند والصين بل وفى بعض مناطق العالم الجديد فى المكسيك وأواسط أمريكا ومرتفعات الانديز ، والواقع أنه بعد بضعة مئات الألوف من السنين من التطور البطىء خلال العصور الحجرية القديمـة لم تلبث الحضـارة ان ازدهرت نتيجة لازدياد مصادر الطاقة التى أمكن توفيرها بالزراعة وتربية الحيوان ، وبذلك حلت المدن الكبرى والأمم والامبراطوريات محل القرى والقبائل نتيجة للثورة الزراعية ، وامكن تحقيق كثير من التقدم السريع وبخاصة فى العالم القديم فى كل الفنون من صناعية وجمالية وعقلية ، كما تم تنفيذ كثير من المشروعات الهندسية الضخمة (٤٠) .

بيد أن هذا كله لا يعنى ان تطور الحضارة كان مستمرا طيلـة الوقت وبغير توقـف نتيجة لاكتشاف مصادر جديدة للطاقة وزيادة التحكم فيها وابتكار أساليب جديـدة فى الزراعة وتربية الحيوان . بل ان سير الحضـارة كثيرا ما كانت تعترضه بعض العقبات والعـوائق التى تعطل من تقدمه أو على الاقل تضعف من قـوة اندفاعه . وبقول آخر فان سير الحضارة لم يكن يتجه دائما

---

(٣٨) وليام هاولز ، المرجع السابق ذكره ، صفحة ١٨٦

(٣٩) المرجع السابق ، صفحة ٣٩ .

(٤٠) White, Science & Culture, p. 372 انظر كذلك كتاب الاستاذ جوردون تشايلد عن « الانسـان يصنع نفسه » Childe, G. ; Man Makes Himself.

فى خط راسى محققا مزيدا من التقدم الجوهرى ،وانما كثيرا ما كان يسير فى مستوى افقى لفترة طويلة من الزمن دون أن يحقق اى تقدم يذكر ،وهذا على فرض انه لم يكن يتعرض لبعض الانتكاسات التى كانت ترد بعض الشعوب والاقوام الى مستوى حضارى ادنى مما بلغته بالفعل . ولعل خير مثال لذلك هو الفترة الطويلة التى انقضت بين ما يعرف باسم الثورة الزراعية التى بلغت أوجها فى مصر وبلاد ما بين النهرين والصين حوالى عام ١٠٠٠ ق.م من ناحية ، والثورة الصناعية التى تحققت فى أوروبا مع مطلع القرن التاسع عشر . فكثير من علماء الحضارة يرون ان المستوى الذى بلغته تلك الدول القديمة الثلاث ظل سائدا دون ان يطرأ عليه ارتقاء ملحوظ أو يتعرض لتغير جذرى طيلة ما يقرب من ثلاثة آلاف سنة حتى بدأ ما يعرف باسم « عصر الوقود The Age of Fuel » الذى يعتبر بداية لنمط جديد تماما من الحضارة . وهذا لا يعنى بطبيعة الحال انه لم يكن ثمة تغيير أو تقدم على الاطلاق طيلة هذه الفترة من الزمن ، لأن الانسان تمكن بالفعل من تحقيق الكثير من الابتكارات فى مجال الزراعة ، ولكن الذى نقصده هو أن كل هذه المظاهر من التقدم لا يمكن أن تقارن بما كانت الحضارات القديمة فى الشرق قد انجزته بالفعل عن طريق الثورة الزراعية ، وان التقدم الذى يمكن مقارنته بهذه الثورة هو ظهور عصر القوى Power Age أو حتى ثورة الوقود . وعلى أى حال فالظاهر ان ما أحرزته الحضارة الانسانية من تقدم فى العصور الزراعية الطويلة لم يكن يقدر له ان يحقق مزيدا من النجاح الجوهرى لولا أن تمكن الانسان من اختراع وابتكار وسائل جديدة للتحكم فى مقادير اضافية من الطاقة . وقد تم ذلك نتيجة لاكتشاف مستودعات الفحم والنفط والغاز الطبيعى التى تعرف عموما باسم الوقود الحضرى Fossil Fuel ونجاح الانسان فى التحكم فى الطاقة الكامنة فى هذه الاشكال من الوقود ثم استخدامها لصالحه عن طريق البخار وآلات الاحتراق الداخلى. ولقد اضافت هذه الاكتشافات مقادير هائلة الى الطاقة المتاحة لبناء الحضارة اوبالاحرى لبدء مرحلة حضارية جديدة تماما ، وهذا هو الذى يدفع الى مقارنة « ثورة الوقود » بالثورة الزراعية . اذ ترتب على كل منهما تحقيق زيادة كبيرة فى السكان وحجم الوحدات السياسية ،وحجم المدن وتراكم الثروات والنمو السريع فى الفنون والعلوم (٤١) .

وقد يكون من الصعب علينا هنا أن نتتبع بكل دقة وتفصيل كل أشكال الطاقة وصور التقدم الحضارى والانماط الثقافية التى صاحبت اكتشاف الانسان لمصادر جديدة من الطاقة واستغلاله لتلك المصادر والتحكم فيها . ولكننا نستطيع من كل ما قيل حتى الآن أن نتبين ان الانسان فى كل مراحل حياته وتطوره كان يصنع آلاته وادواته بما يتناسب مع مصادر الطاقة المتاحة له . فالادوات والاسلحة البسيطة الساذجة التى كان يستخدمها جامعو الطعام ، والصيادون الأوائل تتناسب تماما مع مصدر الطاقة الطبيعية الوحيد الذى كان متاحا لهم ، ونعنى بذلك الطاقة الكامنة فى الجسم البشرى أو الكائن العضوى نفسه على ما ذكرنا . وحين اكتشف الانسان طاقة الحيوانات وعرف كيف يتحكم فيها استخدمها فى الزراعة وصنع المحراث الذى تجره الحيوانات وامكنه بذلك أن يزرع مساحات أكبر من الارض لم يكن فى استطاعته ان يزرعها باستخدام عصا الحفر مثلا ، وأدى ذلك بدوره الى توسيع دائرة الطعام ،بل ووفرة الغذاء بكميات كبيرة ، مما ساعد على

(٤١) White, Science of Culture, op. cit., pp. 373-4.

قيام تجمعات بشرية اكبر واكثر استقرارا ... بل ان استغلال مصادر الطاقة غير البشرية ـ سواء اكانت طاقة الحيوانات او طاقة بعض القوى الطبيعية كالرياح والماء ـ وما ترتب عليه من زيادة كبيرة فى انتاج الطعام ساعد بشكل مباشر على انصراف بعض افراد المجتمع الى الاشتغال بأعمال وانشطة اخرى غير انتاج الطعام ، وهذا معناه ان استغلال تلك القوى ساعد على ظهور التخصص وتقسيم العمل ، وما ارتبط بذلك من التفاوت بين الجماعات وتشعب العلاقات الاجتماعية بين أعداد متزايدة من الناس ، ثم تنوع الحاجات والمطالب وزيادة التكافل الاجتماعى . وليس من شك فى أن كل هذا التعقد كان يتطلب بالضرورة وجود وقيام نوع من التنسيق والضبط والتحكم والتوجيه ، مما استلزم فى آخر الامر وجود هيئة مركزية تتولى مثل هذه العمليات .

والواقع ان هذا ينطبق على المراحل الاكثر تقدما وتطورا منه على المراحل الدنيا من التطور الحضارى والثقافى ، بل انه يتمثل فى أوضح صوره فى المجتمع الصناعى الحديث ، حيث نبلغ مصادر الطاقة المتاحة درجة عالية من التعقد والتنوع تقابلها درجة مماثلة من تعقد وكفاءة الاساليب التكنولوجية ، والآلات والادوات التى تستلزم وجود درجة عالية من التخصص والتنوع فى العمل واوجه النشاط وتعقد الحياة الاجتماعية وتشابكها . بل الاكثر من ذلك اننا نجد فى المصنع الحديث بالذات عددا قليلا نسبيا من الافراد يقومون بتشغيل آلات معقدة تستنفد كميات هائلة من الطاقة لانتاج قدر كبير من السلع التى يحددنوعيتها (بل وكميتها ايضا) مجموعة اقل من الرجال الذين يتولون أمور التخطيط والادارة والاشراف على الانتاج . بل ان اختيارات وقرارات هؤلاء الافراد القلائل تؤثر تأثيرا مباشرا فى حياة عشرات ومئات الآلاف من المستهلكين . ولم يكن هذا ليتيسر لهم لولا الطاقة الهائلة التى يستغلونها فى تشغيل تلك الآلات المعقدة التى تنتج السلع ، والتى تعتمد اعتمادا مباشرا على طاقة الوقود الحضرى بانواعه واشكاله المختلفة . والواقع ان التصنيع ذاته لم يكن يقدر له أن يقوم ويحقق هذه الدرجة من التقدم والتشعب والتنوع لولا استخدام تلك الطاقة المركزة (٤٢) . والمعروف ان الفحم والنفط والغاز ، وهى مصادر الطاقة التى تساعد على قيام الصناعة الحديثة ترجع الى ما لا يقل عن مائتى مليون سنة ، وان الطاقة التى تحملها هى فى الحقيقة طاقة الشمس التى تركزت فى المادة العضوية عن طريق عمليات التمثيل الضوئى فى النباتات الخضراء . وهذا معناه أن الانسان حين يستخدم هذه الانواع من الوقود الحفري فانه يستخدم فى حقيقة الامر الطاقة الشمسية ، ويعتمد على نشاط النباتات فى تركيز هذه الطاقة فى صورة يستطيع الانسان ان يستخدمها . وعلى أى حال فان اكتشاف الوقود الحفرى فتح ابواب الابتكار على مصراعيها امام المهندسين والمخترعين الذين يمكنهم استغلال الطاقة فى تنفيذ أشد المشروعات تعقدا وضخامة فى وقت قصير نسبيا ، اذا قورن ذلك بالمجهود والوقت اللذين كان يمكن بذلهما لو أن الطاقة البشرية أو الحيوانية هى التى كانت تستخدم فى تنفيذ مثل تلك المشروعات الهندسية الجبارة . والمهم هنا هو أن الانسان الحديث عرف عن طريق التقدم العلمى كيف يحول الطاقة الكامنة فى الوقود الحفرى الى طاقة كيميائية وكهربائية ، بل انه عرف كيف يبتكر الاساليب لتوليد الكهرباء ، واستغل فى ذلك قوى الطبيعة التقليدية ، اعنى قوة الرياح والماء ، واستخدم ذلك كله فى الانتاج وفى العمل على تطوير المجتمع الانسانى والوصول به الى مستويات عالية من

---

(٤٢) Watson, op. cit., p. 116.

التقدم الحضارى والسيطرة على البيئة الطبيعيةذاتها التى يعيش فيها . فالانسان الحديث لم يعد يقنع بأن يحيا فى تلك البيئة الطبيعية ، او حتى أن يحيا حياة هانئة ، وانما هو « يأخذ الدنيا بين يديه » على ما يقول واطسون (٤٣) ، ويشكلها كيفماشاء وحسب رغباته ، وينتج أشياء لا تستطيع الطبيعة ذاتها ان تنتجها ، وهى أشياء يصنعها لكى يشبع حاجاته المختلفة ، وان كان هذا فى الوقت ذاته يؤدى الى خلق حاجات ورغبات ومطالب جديدة يعمل على اشباعها من جديد . وهكذا نجد ان الانسان بعد أن يتمكن من صنع كل تلك الاشياء لتكون فى خدمته لا يلبث ان يصبح هو نفسه عبدا لتلك الاشياء التى تتحكم فى حياته الى حد كبير .

ومع كل هذا التقدم المرتبط بالطاقة فالظاهر انه لا تزال هناك مجالات اخرى جديدة سوف يرتادها الانسان فى المستقبل ، ويحقق فيها مستويات من الحضارة اعلى بكثير من كل ما امكنه الوصول اليه حتى الآن .. وذلك ان الانسان الحديث اكتشف مصادر الطاقة الذرية وبدأ يخضعها ويتحكم فيها ويسخرها لصالحه ، ويبدوانه سوف يفلح فى الوصول بالحضارة الحديثة الى آفاق لا يتصورها العقل فى الوقت الراهن على الاقل ، وان التحكم فى تلك الطاقة الجبارة سوف يضع أمام الانسان امكانيات هائلة للتقدم فى مختلف المجالات . بل انه قد يستطيع عن طريق استخدام تلك الطاقة ان يعيد تشكيل هذا العالم والبيئة التى يعيش فيها على نطاق واسع ، بل وقد يغير حياته هو نفسه كلية ، خاصة وان النشاط الاشعاعى يؤثر تأثيرا مباشرا على « الجينات » أو حاملات الوراثة . وقد يستطيع ان يستفيد من هذه التأثيرات فى الوصول الى نتائج مرسومة ومدروسة حول الانسان نفسه وحياته ومصيره .

وعلى الرغم من كل هذا فانه لا يمكن الزعم بأن التطور او التقدم الثقافى والحضارى المرتبط باكتشاف مصادر جديدة للطاقة كانت كل نتائجه خيراً على الانسان . فلقصة الطاقة والحضارة وجه آخر غير مشرق تماما . ذلك أن الاعتماد على الوقود الحفرى فى مختلف اشكاله للاستفادة من الطاقة الكامنة فيه يعنى زيادة الغبار والكربون وثانى أوكسيد الكربون وكثيرا من التركيبات الكيميائية الاخرى التى تعمل على تلويث الهواء والبيئة بل والماء الذى نشربه حيث تلقى المصانع بفضلاتها وبقاياها ونفاياتها . ثم ان اطلاق الطاقة الذرية رغم كل ما يمكن ان يقدمه من خير للانسان والحضارة يحمل بين ثناياه امكانية تدمير تلك الحضارة وفناء العالم كله . فالطاقة الذرية التى تستخدم فى الصناعة يمكن ايضا ان تستخدم فى الحروب المدمرة ، وفى جميع الاحوال فان ثمة خطرا هائلا يكمن فى النشاط الاشعاعى والغبار الذرى الذى ينتشر فى الجو حول العالم كله ، وقد يصل الى درجة تهدد ليس فقط حياة الانسان بل وكل حياة على هذه الارض .

وعلى أية حال فان ثمة سؤالا يتردد بالضرورة على الذهن وهو : ما المصير ؟

ان مصادر الطاقة الكامنة فى شكل وقود حفرى تستهلك بمعدلات متزايدة ، ولابد من أن تنضب يوما ما ، كما ان كمية المواد القابلة للانشطار محدودة فى هذا العالم ، شأنها فى ذلك شأن كل المواد الخام الاخرى . فهل ياترى يعود الانسان مرة أخرى الى أسلوب حياته البسيطة

(٤٣) Ibid, p. 117.

الساذجة حين كان يعتمد على الزراعة مستخدماالطاقة البشرية والحيوانية وما أشبه ؟ هذا أمر يصعب تصوره ... فمع ان الكثيرين من علماءالحضارة لايستبعدون حدوث النكسات الحضارية ، وأن البعض الآخر يتصورون سيرالحضارة على شكل دورات تتراوح بين التقدم والتراجع والتدهور ، فليس من شك فى ان التقدمهو سنة الحياة الانسانية والمجتمع والحضارة . وقد تنضب مصادر الطاقة من الوقود الحفرىوالمواد القابلة للانشطار ، ولكن يبدو أنه سوف يظل هناك المصدر الاساسى الذى يزداد الالتفاتاليه الآن وهو الشمس . فالاغلب ان الاعتماد على الشمس كمصدر للطاقة سوف يزداد فىالمستقبل،وانه هو المصدر الوحيد الذى لايحتمل ان ينضب او يستهلك تماما ويفنى . ويزيد من اهميته انهليست له اية آثار اشعاعية او تهديد بتلوث البيئة ، وبذلك يبدو أن الانسان سوف يعود مرةاخرى الى احضان الطبيعة والى مصدر الحياة ذاتها لكى يقيم عليها حياته وحضارته فىالمستقبل .

ولكن حتى يأتى ذلك اليوم فالظاهر انأسلوب الحياة فى المجتمع الصناعى سوف يظل قائما مادامت هناك مصادر للوقود الحفرىوللطاقة الذرية ، ومادامت هناك المواد الخام التى تستخدم تلك الطاقة فى تصنيعها . ولابد للانسانمن ان يتحمل الآثار السيئة الضارة المرتبطة باستخدام مصادر الطاقة المتاحة فى الوقت الحالىالى جانب مايفيده من خير لاشك فيه . ويبدو أن الانسان نفسه يجد ــ على حد قول تيرنر Turner كثيرا من المتعة فى هذا النشاط الصناعى رغم كل ما به من اضرار ومتاعب وارهاقمادام يشبع حاجاته ومطالبه المتزايدة ، وهو ما يعبر عنه شاعر التاج روبرت بريدجز Robert Bridges فى قصيدته عن « عهد الجمال » حيث يقول :

« حينما اخذت الى حجرة الآلات يوما فى صباى ... فى الورش الصاخبة لمصنع عظيم
وقفت وجها لوجه مع القوة الدافعة الهائلة ... الجاثمة فى ردهة سفلى
والتى جعلت كل الطوابق ترتجف ... الف نول تختلج ، ودواليب غزل ترقص
شعرت فى نفسى برابطة نسب وحنان ... نفس الشعور الذى يخالج الاطفال
نحو الفيلان التى يعشقونها (٤٤) .



(٤٤) أنظر د.م.بترنر : « الكشف العلمى » ترجمةاحمد محمود سليمان ومراجعة د.محمد جمال الفندى ــ دار الكاتب العربى ، القاهرة ــ صفحة ١٧٩ .

اهم المراجـــع

— Asimov, I. ; Life and Energy, Doubleday & G. ; N.Y. 1962.
; 20th Century Discovery : The Structure of Life, Transworld, N.Y. 1969.

— Cipolla, Carlo M. ; The Economic History of World Population, Pelican, London 1967.

— Frisch, O.R. ; Atomic Physics Today, Fawcett World Library, 1965.

— Lee, R.B. & De Vore, I., (Eds) : Man the Hunter, Oldine, N.Y. 1969.

— Odum, H. T. ; Environment, Power and Soceity, Wiley, N.Y. 1971.

— Palmer, P.C. ; Energy in the Future, Van Nostrand Cr., N.Y. 1953.

— Rappoport, R.A. ; Pigs for the Ancestors : Rituals in the Ecology of a New Guinea People, Yale 1968.

— Richards, D. A. ; The Flame of Discovery, O.U.P. 1964.

— Singer, C. et al. (eds) ; A History of Technology, O.U.P. 1954-8.

— Thirring, Hans ; Energy for Man : Windmills to Nuclear Power, Indiana, U.P. 1958

— Ubbelohde, A.R. ; Man and Energy, Hutchinson, London 1954.

— Watson, R.A. & Watson, Patty Jo ; Man and Nature : An Anthropological Essay in Human Ecology, Harcourt, Brace & World, N.Y. 1969.

— White, Leslie A. ; The Science of Culture : A Study of Man and Civilization, Farrar, Straus & Cudaly, N.Y. 1949.

— ; The Evolution of Culture, McGraw-Hill, N.Y. 1959.

— Wilson, Mitchell, Energy ; Time-Life International, 1969.

★ ★ ★

آفاق المعرفة

التفكير الإبداعي والمجتمع الحديث

عبد الحليم محمود السيد *

١ ـ أهمية الابداع فى المجتمع الحديث :

لقد أصبح الاهتمام الشديد بالابداع (*) دراسة وتنمية من ابرز خصائص العصر الحالى المميزة لروحه ، عصر الفضاء الذى يشحذ المخيلة .

---

* الاستاذ عبد الحليم محمود السيد باحث بالمركز القومي للبحوث الاجتماعية والجنائية بالقاهرة وله دراسات فى الابداع والشخصية .

(*) يتفق معظم المفكرين على ان الابداع (Creation) هو انتاج شيء ما على ان يكون جديدا فى صياغته ، وان كانت عناصره موجودة من قبل ، كابداع عمل من الاعمال العلمية اوالفنية او الادبية . والاختراع (invention) ليس الا احد جوانب الابداع ، وهو عبارة عن انتاج مركب جديد من الافكار ، او هو بوجه خاص ادماج جديد لوسائل من اجل غاية معينة ، وهو بهذا عكس الاكتشاف (discovery) الذى لا يطلق الا على اكتساب معرفة جديدة باشياء كان لها وجود من قبل ، سواء كان هذا الوجود ماديا او كان نتيجة تترتب بالضرورة على معلومات سبق وجودها (La lande, A., 1951, P. 545)

وقد ينفرد بعض المفكرين بوجهة نظر خاصة فى تعريف الابداع فمثلا ، يرى برونوفسكى (Bronowski, J., 1958) ان الشخص يصبح مبدعا ـ فنانا كان او عالما عندما يجد الوحدة فى تنوع الطبيعة ، او فى اشياء لم يكن يظن من قبله ولا يتوقع ان تكون بينها وحدة . ويؤكد أن « الابداع » فى كل من الفن والعلم يرتبط ارتباطا وثيقا بشخصية المبدع ، وحتى

ولاشك أن عوامل كثيرة تدفع الى هذا الاهتمام البالغ بالابداع وتدعمه . فلا يمكن أن نغفل فى هذا الصدد الكفاح الرهيب على وجه الأرض الذى استلزم الجانب العسكرى منه رفع معدلات الاختراع لتنمية أسلحة مبتكرة ، واستراتيجيات جديدة ، خاصة وأن حالة جمود الحركة (١) فى نطاق الاستعدادات الحربية ، أو تعادل آثار الأسلحة والوسائل المادية للصراع ، جعلت الصراعات فى أساسها تجرى بين العقول المبدعة ، بحيث أصبحت نتائج الصراع مرهونة بمقدار ابداع العقول لدى القوى المتقابلة ، مما جعل العلماء يواجهون تحديات فى الجبهات العقلية، العلمية والثقافية، وكذلك الجبهات الاقتصادية والسياسية . بل ان الحرب الباردة أصبحت تتطلب أسلحة دفاعية جديدة وبمعدلات سريعة .

يضاف الى هذا أن وجودنا فى عالم يتفجر سكانا يتنافسون أكثر من أى وقت مضى على مصادر ثرواته ، بكل ما يخلقه هذا التنافس من مشكلات سياسية دولية ومشكلات اجتماعية داخل عدد كبير من البلاد لدى فئات اجتماعية عريضة محرومة من مقومات الحياة الكريمة . وكل ما يترتب على هذا التفجر السكانى من مشكلات يستلزم بحثا دائبا عن حلول أصيلة تحقق توافقا فى مجال العلاقات السياسية الدولية والمشكلات الاجتماعية والاقتصادية المترتبة على زيادة السكان .

ان كلا من المجتمعات المتقدمة والآخذة فى سبيل النمو فى حاجة ماسة فى العصر الحديث الى ايجاد حلول مبتكرة لانشاء نظم اقتصادية تمكنها من توفير العمالة اللازمة لأبنائها والأجور الملائمة ، بطريقة لا تعيق التجديد والاستعانة بأدوات التكنولوجيا الحديثة للافادة من امكانياتها من ناحية ، وتستثير القدرات الانسانية الخلاقة من ناحية أخرى .

وتدفع الى بعض أنواع النشاط الابداعى فى المجتمع الحديث محاولات القضاء على «الملل»، سواء ذلك الملل الذى يعقب الحروب الكبرى ، أو ذلك الملل الذى يعد أحد أمراض الصناعة الحديثة،حيث لم يعد العمل يتطلب ــ فى معظم الاحيان ــ اتخاذ القرارات أو التفكير البناء ، بعد أن أصبحت الآلات الحديثة تقوم بعمليات فكرية كثيرة كان الانسان من قبل يقوم بها ،



ابداع النظرية العلمية يرتبط أساسا بقدرة احد العلماء علىتخيل علاقات تتجاوز الوقائع ، بحيث أن هذا العالم يتوصل الى نظريته نتيجة لقدرته على الاختيار من بين البدائل المتعدده الميسرة لكل الأشخاص . ويرى أن ارتباط الابداع بشخصية المبدع يفسر ارتباط الازدهار ، فى كل من الفن والعلم ، بالظروف المكانية والزمانية التى لا تغمر فيها شخصيات الفنانين والعلماء .

الا أن برونوفسكى يذهب الى التمييز بين الاكتشاف والاختراع من جهة وبين الابداع الفنى ، من جهه اخرى ، لأنه يرى ان « اكتشاف » اشياء كانت موجودة من قبل ــ مثل اكتشاف كريستوفر كولومبوس لجزر الهند الغربية ، و « اختراع » اشياء تعتمد على ادماج مجموعة من المبادىء التى سبق التوصل اليها مثل اختراع « جراهام بل » للتليفون ، كل منهما يختلف ــ فى رايه ــ عن الابداع ، الذى يرتبط بشخص المبدع ، كارتباط « عطيل » بشكسبير ، فرغم أن الدراما كانت ستوجد فى العصر الاليزابيثى ، حتى اذا لم يوجد شكسبير ، فانه لم يكن من الممكن لاحد غير شكسبير ــ رغم اعتماده على الروائيين السابقين عليه ــ أن يكتب « عطيل » . ورغم أن كل عنصر من عناصر « عطيل » قد تناوله شعراء آخرون ، فان ادماج شكسبير لهذه العناصر يجعلنا ازاء عقل شكسبير بالذات .

ولسوف نرى أن الاعتقاد الذى ساد بين ذوى النزعات الادبية والشاعرية والفلسفية بتفرد العمل الابداعى (سواء كان عملا فنيا فقط أو فنيا وعلميا معاً) وكذلك بتفرد شخصيات المبدعين ذوى الدرجات المرتفعة جدا من القدرة الابداعية ، هذا الاعتقاد منع اصحابه من ادراك درجات متعددة ، ومظاهر مختلفة للقدرة على الابداع .

(١) Stalemate.

او الملل الناشىء عن وقت الفراغ المتزايد فى عدد كبير من الدول المتقدمة نتيجة استخدام الأساليب التكنولوجية الحديثة فى الانتاج وتخفيض ساعات العمل ، مما يدفع الى محاولات لتوجيه النشاط الى مسالك للجهد الابداعى يتذوق فيها الأفراد طعم المكافأة على العمل الخلاق (Guilford, J. P., 1959)

ولم يعد مستقبل الأمم الآن — فى عصر العلم والتكنولوجيا الحديثة — ، **يعتمد على مجرد عدد القوى العاملة بها ، بل أصبح عليها أن تكافح من أجل ايجاد نوع ممتاز من العاملين ، وبخاصة الأفراد المبدعين من أجل مواجهة مشكلاتها الحيوية ،** لأن الاعتماد على مجرد عدد العاملين ومقدار التسهيلات المادية ، اصبح باهظ التكاليف ، بل انه كثيرا ما ينبت عدم كفاءته واضاعته للجهد . لهذا **لم تعد الصناعة الحديثة بحاجة الى مجرد زيادة عدد العاملين ، بل انها بحاجة الى زيادة عدد العلماء والمهندسين المبدعين .**

وكما أن **مجرد عدد** العاملين وحدهم ليس هو العنصر الحاسم فى تقدم الأمم ، فان **مجرد الحصول على الأدوات الحديثة لايخلق العلماء.**

وقد لاحظ بعض العلماء بحق أنه كلما زادت قدرة العالِم قلت حاجته الى تسهيلات وأدوات لحل المشكلات ذات المستوى المحدد من الصعوبة ، وكلما قلت قدرته زادت حاجته الى تسهيلات وأدوات .

الا أنه عندما **تنخفض قدرة العالم عن حد معين فان الأدوات التى بين يديه — مهما كان مستوى تقدمها — لن تمكنه وحدها من حل مشكلاته . وهذا يعنى أننا دائما بحاجة الى أفراد مبدعين ، لأن انجازاتهم تتسم بجودة أكثر وتكاليف أقل** ((Taylor, C.W., 1964, P. 3 — 4).)

لهذا فقد شعر عدد كبير من المؤسسات الصناعية الكبرى بالبلاد المتقدمة ، التى يعمل بها كثير من الباحثين العلماء والمهندسين من أجل تطوير انتاجها ، بأهمية الابداع ، وعقدت لهذا الفرض العديد من الاجتماعات والندوات دار الكلام فى معظمها حول التساؤل عن الأسباب التى تجعل الخريجين من نفس الجامعات والمعاهد العلمية ، وذوى الدرجات التحصيلية المرتفعة والحاصلين على توصيات الأساتذة وشهاداتهم بالجودة والتفوق ، يختلفون اختلافا عظيما فيما بينهم من حيث درجة انتاجهم للأفكار الجديدة ، مع أن الجميع يعترف بالقيمة الاقتصادية الكبيرة للأفكار الجديدة الأصيلة .

ولا يخفى أن الحكومات فى معظم الدول تضم عددا كبيرا من الموظفين ذوى المهن العلمية والفنية العليا ، مما يتطلب أساليب علمية لاكتشاف ذوى الامكانيات فى الابتكار العلمى وتنميتهم ورعايتهم .

ومعظم التشكوى — فى البلاد التى تحرص على تنمية مواهبها الابداعية — أن خريجى الجامعات يمكنهم أن يقوموا بالعمل الذى يتضمن أساليبا سبق لهم أن تعلموها ، ويشعرون بالضيق وبالضياع عندما يدعون الى حل مشكلات تتطلب طرقاً وأساليباً جديدة لم يسبق لهم أن تعلموها (Guilford, J. P. 1950)[1]

هذا فى نفس الوقت الذى أصبح فيه مؤكدا أن الأعمال الابداعية لها تأثيرها الكبير ليس على التقدم العلمى فحسب ، وانما على المجتمع بأسره ، لهذا فان المجتمعات التى تعلمت كيف تبذل جهدا فى اكتشاف الأفراد الذين تبدو لديهم بوادر القدرة على الابداع ، من أجل تنمية هذه القدرة لديهم وتشجيعهم يغلب أن تتقدم هذه المجتمعات وتتخذ موقعا حضاريا ممتازا .

ومهما كان عدد الافراد المبدعين الذين يبرزون ضئيلا ، فان ثلاثة أو أربعة من العقول ذات القدرة الفائقة على الابداع يمكن أن تحقق

فروقا حاسمة بين بلد وآخر . وفى تاريخ التقدم الانساني بوجه عام ، فان أحد العلماء والمهندسين قد يكتشف بعض المبادىء أو يطور احدى العمليات مما يؤدى الى ثورة صناعية ، بينما يقوم مئات آخرون من المهندسين والفنيين ــ المساوين له فى التحصيل العلمى ــ باداء أعمالهم التي يكلفون بها بطريقة روتينية . وهذا يبرر الاهتمام بالمبدعين وان بدا عددهم ضئيلا .

وتبرز أهمية الجهود التي تبذل فى اكتشاف الافراد المبدعين ورعايتهم اذا علمنا ان كثيرا من الوسائل الحديثة للانتقال والاتصال والانتاج يمكن ارجاعها الى عدد قليل من الافراد المبدعين .

• • •

٢ ــ مظاهر الاهتمام الحديث بالدراسات العلمية للتفكير الابداعي :

يتزايد اهتمام المجتمعات الحديثة بالابداع عاما بعد عام ، بعد أن وضح أن القدرة على الابداع هى أساس التقدم فى أى مجال من مجالات النشاط الانساني فى المجتمع الحديث ، لهذا فاننا نلاحظ اهتماما كبيرا ببحوث الابداع الاساسية النظرية والتطبيقية ، ويتمثل هذا الاهتمام فى تزايد عدد البحوث التي تقوم بها الهيئات والافراد فى مختلف البلاد أملا فى مغانم بعيدة المدى ، استثماراً لأموال وقوى بشرية بسيطة تتركز فى محاولة القاء الضوء على القدرات الابداعية واكتشاف المبدعين فى مراحل مبكرة على أساس انهم ثروة قومية بل وانسانية عظيمة.

وتتضح هذه الزيادة الكبيرة فى عدد البحوث والمقالات والكتب التي تنشر عن الابداع اذا علمنا أن جملة ما نشر عن الابداع والموضوعات المتصلة به (التخيل ــ الاصالة ــ التفكير) **فى فترة حوالي ربع قرن ــ** منذ صدور مجلة الملخصات السيكولوجية عام ١٩٢٧ حتى عام ١٩٥٠ ــ لم يتعد ١٨٦ بحثا أو مقالا أو كتابا ، ومنذ انتصاف القرن العشرين وعدد البحوث فى تزايد حتى **أن ما ينشر الآن ــ** فى أوائل السبعينات ــ **فى عام واحد يكاد يقارب فى عدده ما نشر فى ربع قرن قبل عام ١٩٥٠ ! !** هذا عدا التقدم العظيم من حيث الصياغة العلمية لفروض البحوث ، وتطويع جوانب الابداع للمنهج العلمى دون تشويهها ، وتقدم أساليب البحث وملاءمتها للظواهر التي ندرسها ، وتراكم النتائج بطريقة تثرى حصيلة الانسانية بالمعرفة العلمية بجوانب الابداع وظروف تنميته .

وجدير بالذكر أن بعض دراسات أكاديمية لها قيمتها العلمية تمت فى مصر ــ والبعض الآخر مازال يجرى معظمه تحت اشراف **الاستاذ الدكتور مصطفى سويف** ، وقد أمكن نشر هذه الدراسات على نطاق عالمى . ومثل هذه الدراسات من شأنها ان تفتح الطريق الى تطبيقات خصبة فى المجتمع العربي اذا خلصت النوايا (*) .

وتستخدم جميع وسائل النشر المتاحة فى نشر نتائج دراسات الابداع ، أو امكانيات تطبيقها فى الحياة العملية فى عدد كبير من الدول . فهناك المجلات العلمية المتخصصة فى علم النفس بوجه عام ، كما ظهرت عام ١٩٦٧

(*) وقد كانت هذه الدراسات اساسا لمحاولة تطبيق نتائج بحوث الابداع فى مصر لتحسين طرق اختيار طلبة المعاهد الفنية العلمية التابعة لوزارة الثقافة ــ لكن هذه المحاولة الرائدة توقفت ــ رغم محاولات القائمين بها توضيح اسسها (سويف ١٩٧٠) ، لانها كانت فيما يبدو أسبق من أن يتمثل أهميتها ودلالاتها معظم الذين احاطوا بها ، ممن تجاهلوها أو قاوموها ، لعدم تفهمهم لاسسها وما يمكن أن تجنيه من ثمار ، أو لمجرد انها بدعة جديدة .

هذا فى حين أن نفس هذه الدراسات هى التى دفعت بعض الجامعات ومراكز البحوث بالسويد والمانيا الغربية الى الافادة من خبرة المشرف عليها عن طريق دعوته لتولى الاشراف على عدد من البحوث العلمية والتطبيقية بها .

مجلة علمية متخصصة « للسلوك الابداعي » فقط . ومجلات ونشرات لغير المتخصصين فى علم النفس ممن يقومون بتطبيق نتائج دراسة الابداع وعلى رأسهم المعلمون فى مختلف المستويات ، والمديرون .. الخ .

هذا فضلا عن النشرات العلمية المحدودة للمشتركين فى المؤتمرات العلمية المتخصصة عن الابداع ، أو أعضاء البرامج التدريبية أو طلبة الدراسات العليا فى علم النفس .

وقد انعكس هذا الاهتمام الكبير فى العدد الكبير للمؤتمرات التى خصصت للابداع ، والتي اهتم بعضها بمناقشة أبعاد التفكير الابداعى وجوانبه ، وطرق التعرف على المبدعين واكتشافهم فى ضوء ما تم انجازه من بحوث ، كما هو الحال فى مؤتمرات جامعة يوتاه المتتالية منذ عام ١٩٥٥ . وقد تركزت معظم الجهود فى هذه المؤتمرات على تحسين أساليب اكتشاف ورعاية العلماء المبدعين .

واهتمت مؤتمرات أخرى بضم تخصصات ومدارس مختلفة من السيكولوجيين لابراز جوانب الابداع من وجهة نظر كل منهم (Anderson, H., 1959)

وعنيت المؤتمرات فى الفترة الاخيرة بمحاولة وضع نتائج البحوث موضع التطبيق فى مجال التربية ، سواء فى سن ما قبل المدرسة كما هو الحال فى مؤتمر كلية « ماكالاستر للطرق التربوية لتنمية الابداع فى المنزل (Williams, F., 1968) ، ومؤتمرات جامعة مينوستا لتنمية المواهب الابداعية لدى الاطفال .

وقد خصص بعض هذه المؤتمرات لطرق استخدام وسائل التعليم والاتصال فى تنمية الابداع ، وما يمكن استحداثه فى هذا الشأن من أساليب ووسائل لتنمية الابداع .
(Taylor, C. W., William, F., 1966)

وقد تشعب الاهتمام بالابداع وتنوعت مناهج البحث فيه وظهرت أنواع من التخصصات فى تناوله ، فاهتم البعض أساسا بدراسة القدرات الابداعية لدى الراشدين ، ومن ابرز هؤلاء « جيلفورد » وتلامذته بجامعة جنوب كاليفورنيا .

واهتم البعض الآخر بالابداع العلمى والمحكات السيكولوجية والاجتماعية للتنبؤ به لدى الافراد وأهم هؤلاء الباحثين **« كالفن تيلور »** بجامعة يوتاه واهتم معهد تقدير الشخصية وبحوثها ـ بجامعة كاليفورنيا ـ بالفروق الفردية والخصال التي تميز مجموعات النابغين من المهندسين المعماريين والعلماء والادباء وعلماء الرياضيات والضباط والجنود عن غير النابغين ، ومن أبرز الباحثين فى هذا المعهد : **« دونالد ماكينون » ، « ورينشسارد كرتشفليد » و « وفرانك بارون »** .

كما اهتم **« مركز بحوث كفاءة الجماعة »** بجامعة الينوى بالظروف التي تزيد من السلوك الابداعى لدى أعضاء الجماعات الصغيرة .

واهتم آخرون بالابداع لدى المراهقين ، كما فعل جترلز وجاكسون بجامعة شيكاغو . واهتم **بول تورانس** ـ أستاذ علم النفس التربوى بجامعة مينوسوتا واخيرا بجامعة جورجيا بجوانب النبوغ ومظاهر السلوك الابداعى لدى الاطفال ، ابتداء من سن الحضانة حتى التعليم الثانوى ، كما اهتم بنمو القدرات الابداعية فى مراحل العمر المختلفة لدى الاطفال ، ونمط اتجاهات الآباء والمدرسين التي من شأنها اعاقة أو تدعيم التفكير الابداعى لدى الابناء ، وفضلا عن اسهام (تورانس) فى عدد كبير من مؤتمرات الابداع ، فقد نظم هو نفسه عددا منها فى مينوسوتا ، كما انشأ اخيرا معهداً لتنمية النبوغ الابداعى لدى الاطفال بجامعة جورجيا .

واهتم فى الفترة الاخيرة عدد من الباحثين بعلاقة الابداع بمراحل العمر على امتداد مراحل الحياة ، من أجل اكتشاف أكثر

المراحل العمرية خصوبةفى الانتاجات الابداعية (Arasteh, A., 1968)

وقد انتشر فى السنوات الاخيرة الاهتمام بالتربيةالابداعيةومنأبرز الجهودفىهذا السبيل جهود معهد التربية الابداعيه التابع لجامعة ولاية نيويورك (بوفالو) الذى يعد مركزا قوميا امريكيا للاعلام والتدريب على طرق التدريس التى تساعد على تنمية المهارات الابداعية فى التفكير وحل المشكلات بطرق مبتكرة ، وكذلك جهود مركز بحوث تنمية التعليم بجامعة وسكونسن ، حيث توجد برامج خاصة للتربية الابداعية .

هذا بالاضافة الى جهود عدد كبير من الباحثين التجريبيين فى اتجاه تنشيط وتنمية التفكير الابداعى بوجه عام ، والتفكير الذى يتسم بالاصالة والجدة بوجه خاص ، ومن أبرز هؤلاء « **ارفن مالتزمان** » وزملائه بجامعة كاليفورنيا (لوس انجيلوس) **وريتشارد كرتشفيلد ومارتن كوفنجتون** بجامعة كاليفورنيا (بركلى) .

•••

٣ ـ عقبات واجهت الدراسة العلمية للتفكير الابداعى :

على الرغم من شدة الاهتمام الحديث بالدراسة العلمية للتفكير الابداعى فقد واجه هذا النوع من الدراسة عقبات أخرّت نموها فترة طويلة من الزمان ، حتى انتصاف القرن العشرين ، حيث كان الباحثون يتجنبون التعرض لدراسة هذا الموضوع ، لأنه كان يبدو غير قابل للدراسة وغامضا ويؤدى الى اضطراب التفكير العلمي للخريجين من الدارسين وافساده ، مما جعل معظم الدراسات التي أجريت ـ قبل اهتمام جيلفورد ومعاونيه بالتخطيط الشامل لدراسة القدرات الابداعية عام ١٩٥٠ ـ دراسات هامشية
(May Râllo, 1959, P. 55)

وفيما يلى أهم عقبات دراسة الابداع دراسة علمية :

أ ـ التشكك فى القدرة على ادراك كنه « عملية الابداع » ، أو طريقة العقل فى الابداع، اما اعتقادا بأن العقل لا يستطيع بحكم تكوينه وأساليبه فى الفهم والتحليل أن يصل الى كنه عملية الابداع والاختراع فى انبثاقها وعدم قابليتها للقسمة،وعلى انه يفسد هذه العملية ويشوهها عند محاولة تحليلها لفهمها ـ كما ذهب الى هذا الفيلسوف الفرنسى « هنرى برجسون » (Bergson, H., 1948, P. 165)

أو اعتقاد بأن مجرد محاولة ملاحظة الفرد لنفسه أثناء عملية الابداع من شأنها أن تجعل هذه العملية تتقلص ، وفى هذا يقول الفيلسوف الالماني (كانت) فى كتابه الانثروبولوجيا : ان القوى النفسية عندما تعمل فان المرء لا يلاحظ ذاته ، فاذا لاحظ الشخص نفسه توقفت هذه القوى » !

وقريب من هذا اعتقاد كثير من الفنانين منذ زمن بعيد أن العمل الفني موهبة يمكن فقدانها اذا تحدث الشخص عن أسرارها . ويرجع البعض أنواع عدم السواء الذى عرف به الفنانون ، الى قلق الاعتماد على الارواح الملهمة التى قد لا تتلقى أوامر بالابداع ، مما يؤدى الى مخاوف فقدان القدرة وسرعة الاستثارة واليأس والضيق من الانتظار ، وهوس الابتهاج بالنجاح والقيام بأنواع من الطقوس المتقنة اللازمة لخلق الظروف المناسبة « لتحضير » أرواح الابداع والالهام . ومن هنا يرى البعض أنه لا يبلغ انسان عاقل مرحلة الصدق فى النبوءة والالهام ، لأنه اذا استقبل الكلمة الملهمة فانه اما أن يحجز عقله ويدعه نائما ، أو يجن مؤقتا عن طريق اضطراب مزاجه، لهذا يشير أفلاطون فى محاورة فيدروس الى انه ليس من قبيل المصادفة أن يشار فى اللغة اليونانية الى كل من النبوءة والجنون بنفس الكلمة (maniké) ويذكر أن جنون الشعراء

مثل جنون الانبياء تحركه ربات الشعر ويوقظ جنونهم الملهم نزعتهم الشعرية !

يضاف الى هذا أن انتاجات التفكير الابداعى ـ سواء تمثلت فى أعمال فنية تثير الدهشة لما تتميز به فى بنائها ومعناها وكمالها واثارتها للانفعال ، أو تمثلت فى قوانين أو مبادىء علمية ذات صيغ رياضية ـ هذه الانتاجات الابداعية تبدو مختلفة عن انتاجات الحياة اليومية العادية ، وبالتالي اعتقد كثيرون أنها لا بد وأن تكون ناتجة عن أنواع من التفكير لدى الفنانين أو العلماء يختلف عن تفكير بقية الناس ، وصادرة عن عمليات عقلية تختلف تماما عن العمليات العقلية التي تنتج عنها الاعمال العادية .

على أن امتداد أسلوب التفكير العلمي فى العلوم الطبيعية الى علم النفس ، حمل معه شجاعة النظر بطريقة علمية الى كل أنواع نشاط العقل الانساني ، وامكان دراستها دراسة علمية ، مع اختيار أو ابتكار الاساليب الملائمة لهذه الدراسة . وكما أن القوانين فى المجتمع الديموقراطي تطبق على جميع المواطنين بغض النظر عن مستواهم الاجتماعي أو الاقتصادى ، فان قوانين التفكير يمكن أن تنطبق على كل من تفكير المبدعين وتفكير الاشخاص العاديين ، لان تفكير كل منهم لا يختلف عن الآخر الا من حيث درجة خصائص الابداع فيه .

ب ـ وقد حال دون دراسة التفكير الابداعى **صعوبة اقامة محل عملى للابداع ،** بطريقة تمكن من التنبؤ به وملاحظته . لآن الافعال التي لا شك فى براعتها نادرة جدا وعارضة حسب ما تقدمه البيئة من فرص من ناحية وحسب الفروق بين الافراد فى القدرة على الابداع من ناحيه أخرى ، وحسب اختلاف ايقاعات الابداع لدى الفرد الواحد ، التي تجعل اداء نفس الفرد يختلف اختلافا كبيرا من وقت لآخر .

الا أن ملاحظة أفعال أقل فى درجة براعتها وامتيازها . وملاحظة الفروق بين الافراد فى الاداء الابداعى ، والخطوات العامة لعملية الابداع لدى المبدعين فى مجالات مختلفة مكنت الباحثين من اقامة محكات موضوعية لدرجة الابداع لدى الافراد ، ومن التنبؤ بالاداء الابداعى قبل حدوثه ، ومعرفة المراحل والظروف التى ينشط فيه التفكير الابداعى وتلك التى يتعثر فيها .

جـ ـ والتركيز على بحوث التعلم ، على الرغم من أهميتها ، كان من أسباب اهمال دراسة مشكلات الابداع . ذلك أن الكثير من بحوث التعلم اجرى على حيوانات دنيا ، حيث لا توجد غالبا علامات الابداع . وقد واجه أصحاب هذه النظرية صعوبة بالغة فى تفسير سلوك الاستبصار (٢) حيث يحدث ادراك مفاجىء ومباشر لحل المشكلة مما يشبه فى بعض جوانبه السلوك الابداعي .

واذا كان من الصواب أن نقول أن الفعل الابداعي حالة من حالات التعليم ، لانه يمثل تغيرا فى السلوك يرجع الى المنبه والاستجابة فان النظرية الشاملة للتعلم كان ينبغي أن تضع فى حسابها كلا من الاستبصار والنشاط الابداعي .

ويرجع عجز بحوث التعلم عن دراسة جوانب الابداع الى تأثرها الكبير بالنظرية السلوكية بصورتها الفجة المبكرة ، حيث كان يتركز الاهتمام بتحديد العلاقة بين منبه صريح واستجابة صريحة ، اى باكتشاف ماذا يفعل الكائن الحى عندما ينبه بطريقة معينة .

(٢) insight

وبدلا من أن يرتمي جيلفورد في أحضان اليأس من أى امكانية لدراسة الابداع ـ كما فعل برجسون ـ فانه مع ابرازه جوانب القصور بالمناهج المستخدمة في بحوث التعليم ـ اقترح تناولا بديلا ، استخدمه في بحوثه عن الابداع ، هو تناول الابداع من خلال التأكيد على مفهوم السمات (٣) التي هي خصال للأفراد تتصف بالدوام النسبى ويشترك الافراد في الاتصاف بها ، ولكن بدرجات مختلفة . وعلى الباحث هنا ان يكتشف هذه السمات للابداع من ناحية ، ثم يحدد درجة كل فرد على كل سمة من ناحية أخرى .

د ـ الخلط بين الابداع والذكاء : ومن أهم الأسباب التي عاقت نمو دراسات الابداع توحيد كثير من السيكولوجيين بين مفهومى الابداع والذكاء . ومن هنا كان استخدام اصطلاح « عبقرى » (٤) الذى نشأ أصلا لوصف الشخص المتميز بانتاجه الابداعى لوصف الطفل ذى الذكاء المرتفع جدا . هذا على الرغم من أن **نوع التفكير الذى تستثيره معظم اختبارات الذكاء تفكير التقائى تقريرى(٥)** تعد فيه نتيجة معينة ، او اجابة بعينها ، هى الاجابة الوحيدة الصحيحة ، وعلى التفكير أن ينصب في مسار هذه الاجابة وفى اتجاهها (Guilford, J. P., 1957 "b")، وفى كثير من هذه الاختبارات ينبغى على الشخص أن يجيب على منبه له اجابة واحدة صحيحة (مثل : ٢ × ٢ = ٤ ، اذا كان احمد اطول من على ، ومحمد اطول من احمد ، فمن يكون اقصر الثلاثة ؟) وفى مثل هذه الاختبارات لا يكون الشخص مطالبا بالتجديد أو التأمل أو الاختراع أو الاتيان بحل طريف ، بل يحتمل أن يصحح الحل ـ اذا كان طريفا ـ على أنه خطأ ـ (Getzels J. W. & Jackson, Ph.W., 1962, p. 14)

أما التفكير الابداعى فهو فى أساسه تفكير افتراقى تغييرى (٦) يتميز ببحث وانطلاق في اتجاهات متعددة (Guilford, J. P., 1957 "b") أى يتميز بالتعامل بطريقة مبتكرة طريفة مع الرموز اللغوية والرقمية وعلاقات الزمان والمكان . وهذا النوع من التفكير التغييرى هو ما غفلت عنه اختبارات الذكاء الشائعة ، رغم أن الملاحظة العامة تلح علينا ان نميز بين مجرد المعرفة والاكتشاف ، بين القدرة على التذكر والاسترجاع والقدرةعلى الابتكار أو الاختراع .

ورغم وجود بعض الارتباطات بين ما تقيسه اختبارات الذكاء وبعض القدرات الابداعية ، فان دلائل كثيرة تؤكد الشك في تغطية اختبارات الذكاء لأنواع الامتياز العقلى التى تمثلها القدرات اللازمة للتفكير الابداعى . وقد دعم هذا الشك أن الدراسات التتبعية التى أجراها **ترمان** L. M. Terman على حوالى ألف طفل من ذوى الدرجة المرتفعة جدا في الذكاء والذين وصلوا الى مرحلة النضج وحققوا تفوقا تعليميا ومهنيا وتوافقا اجتماعيا ـ لم تثبت لديهم من الدلائل ما يشير الى أنه سيخرج من بينهم أمثال داروين أو اديسون أو شكسبير أو جوته أو تولستوى أو أوچين أو نيل .. ، مع أنهم بلغوا مرحلة العمر التى تعد أكثر المراحل خصوبة وابداعا ، اذ كانوا عام ١٩٤٥ قريبين من سن الخامسة والثلاثين .

---

(٣) Traits

(٤) genius

(٥) Convergent Thinking

(٦) Divergent Thinking

وقد اعترف « تيرمان » عام ١٩٥٤ بأن عدد العلماء النابغين فى مجموعته يماثل ما يتوقع ظهوره من عدد عشوائي من الجمهور العام (Terman, L. M., 1954) واذا كان من المعروف أن **التحصيل المدرسي** يستخدم كمحك لصدق اختبارات الذكاء ، **فمن المنطق ألا يتطابق التحصيل مع الابتكار** .

وقد ايدت بحوث **جيلفورد** ومعاونيه وجود قدرات ابداعية مستقلة عن القدرات العقلية التى تقيسها اختبارات الذكاء ، وخاصة بعد ظهور عوامل القدرات الابداعية — كالأصالة ، والمرونة التلقائية والتكيفية ، والحساسية للمشكلات والطلاقة — مستقلة عن القدرات التى تمثلها اختبارات الذكاء — كالفهم والاستدلال

(Guilford, J. P. et al, 1957, "a", Kettener, N. et al, 1959)

ولا يعنى هذا عدم أهمية الذكاء للأداء بوجه عام وللأداء الابداعى بوجه خاص ، اذ لا يتوقع الابداع مع انخفاض الذكاء الذى يمكّن صاحبه من فهم الرموز والأشياء والمواقف ، وتناولها بطريقة معقولة قبل أن يعيد تشكيلها أو تشكيل سلوكه ازاءها بطريقة مبتكرة (Burt, C., 1962) . **فهناك مستوى معينا من الذكاء لا يقل عن المتوسط يلزم للابداع** ، أى انه اذا كان مستوى الذكاء الذى يلزم لاكمال الدراسة باحدى الكليات يلزم أيضا للعمل الابداعى ، فان توافر هذا المستوى من الذكاء لدى شخص معين لا يعنى انه سيصبح مبدعا ، **لأنه ليست العبرة بما نملك من قدرات وانما بما نعمل بهذا الذى نملكه** . وعلى هذا فان الشخص الذى يقوم ذكاؤه أساسا على تمثل عدد من الحقائق المفككة ، أو تحصيل ما يلقنه من معلومات ، لا يتوقع أن يكون مبدعا ، بينما الشخص الذى يكون لديه قدرة على تمثل عدد أقل من الحقائق ، ولكنه يستطيع استخدامها بطريقه مرنة ومزجها بطرق مبتكرة ، ويكون لديه الدافع لتعلم حقائق جديدة هو الذى يتوقع أن يكون مبدعا (Stein, M.I., 1962)

ومن الامثلة الصارخة على ان مجرد تراكم المعلومات لا يكفى للأداء الابداعى ما حدث « لباستور » عالم الكيمياء والاحياء المجهرية[٧] الفرنسى (١٨٢٢ — ١٩١٢) بعد ان تمكن من الحصول على سمعة طيبة كباحث ، عندما دعا الى العمل فى مشكلة متصلة بامراض دودة الحرير ، ولما قام باجراء مقابلة معه — فى البداية — أحد خبراء دودة الحرير ، فوجىء بجهل « باستور » فى هذا المجال وان معلوماته مبدئية . ومع هذا فان باستور — وليس الخبراء — هو الذى توصّل الى حل مفيد . لأن فى مثل هذه الحالات — غالبا — يحتاج الابتكار الى حد أدنى من المعلومات المتصلة بالموضوع ، مصحوبه بقدر من القدرات العقلية الابداعية ، ومن الخصال الدافعية ، بدونها لا يمكن للعمل أن يكون ابداعيا Taylor, C.W.,1964

ومن هنا تأخرت المعرفه بأبعاد الابداع عندما خلط الباحثون بينه وبين الذكاء .

واذا كان قد وضح الآن ان اختبارات الذكاء التقليدية لا تتناول الا جزءا محدودا جدا من الذكاء الانسانى (Guilford, J. P., 1956) فان هناك من المبررات ما يدعو الى الارتفاع عن محاولة التفضيل بين أحد اثنين : « ابداع » أو « ذكاء » ، سيما وأن من الممكن تصور القدرات الابداعية — وكذلك القدرات العقلية التى تقيمها اختبارات الذكاء التقليدية — على انها تمثل أجزاء فى تنظيم عقلى شامل ، سوف نعرض لأبعاده الأساسية كما تصورها جيلفورد ، فى الفقرة القادمة التى ستتناول القدرات الابداعية .

• • •

---

(٧) Microbiology.

٤ ــ القدرات الابداعية :

ليس الابداع قدرة واحدة بسيطة ، ولا ينبغي أن يخدعنا استخدام اصطلاح واحد للتعبير عن « الابداع » فنتوهم أنه يشير الى شيء واحد ، اذ لا يوجد شخصان مبدعان بنفس الطريقة ، فبالاضافة الى الفروق في درجة ما لدى الأفراد في كل عامل من عوامل الابداع ــ في المجال الواحد ــ مجالات النشاط ــ توجد فروق كيفية في نوع النشاط الذي تتجلى فيه القدرات الابداعيه .

لذا ، نلاحظ مع ((**سيريل برت**)) أنواعا من العبقرية ــ أو الدرجة الفائقة في الابداع ــ تختلف باختلاف المجالات التي يتجلى فيها السلوك الابداعي ، والقدرات اللازمة للابداع في كل من هذه المجالات ، وطبيعة العملية الابداعية والمؤثرات الداخلية والخارجية فيها ، والسمات الشخصية والعوامل الدافعة الى الابداع ، والسياق الاجتماعي الذي يحيط بالانتاج الابداعي .

ولهذا نجد أن ابداع **العبقرية العلمية** لدى نيوتن وفراداي أو ابن الهيثم وجابر بن حيان ، يختلف عن ابداع **العبقرية الفنية** لدى ميخائيل انجلو وبيتهوفن ، بل انه لتختلف طرق التناول الابداعي التي تعالج بها الموضوعات المختلفة في المجال الواحد من النشاط الابداعي، فالخصوبة القصصية ذات اللمحات الاجتماعية لدى ((**دكنز** Ch. Dickins)) او **نجيب محفوظ** تختلف عن خصوبة كل من « ثاكيري W. M. Thaeray » و ((**جورج اليوت** G. Eliot)) ((**وأبو حديد وباكثير** ، التي تتخذ من التاريخ مصدرا اساسيا للأحداث والأبطال . كما أن أصالة ((**براونج** R. Browning)) ((**أو أبي العلاء** في الشعر الفلسفي تختلف عن أصالة شعراء القصور مثل ((**تنيسون** A. Tennyson)) **وشوقي** ، أو ((**بلاك** W. Blake)) **وعمر الخيام** ، وابداع ((**رودان** Rodin)) المثال الفرنسي ذي النزعة الواقعيه ذات الفعالية يختلف عن ابداع الفنانين التشكيليين السرياليين . بل انه ليلاحظ أن الأعمال الابداعية ــ علمية كانت أو فنية ــ التي تصدر عن فرد مبدع في ظروف معينة ، قد تختلف كثيرا ، في جوانب الابداع الأساسية ، عن أعمال أخرى صدرت عن نفس الشخص في ظروف أخرى ، ومثال ذلك ما نلاحظه من أوجه الاختلاف بين **ثلاثية نجيب محفوظ وبين بعض قصصه الأخيرة كالشحات واللص والكلاب .**

وقد أثبتت الدراسات السيكولوجية ــ التي تعتمد على المنهج الاحصائي المسمى بالتحليل العاملي (*) ــ وجود عدد كبير من القدرات التي تسهم في الأداء الابداعي ، مع ملاحظة أن القاعدة ، وليس الاستثناء ، أن يكون لدى الشخص المبدع قدرات ابداعيةمرتفعةوقدرات أخرى منخفضة ، أما الشخص الذي تكون قدراته الابداعية جميعها ، تقريبا ، مرتفعة ــ **مثل ليونارد دافنشي ، وابن سينا** ــ انما يمثل استثناء نادرا .

والقدرات الابداعية هي القدرات العقلية التي يلزم توافرها للأشخاص حتى يقوموا بأنواع السلوك الابداعي .

ورغم أن عددا من الباحثين ظل ــ وما زال ــ يعتقد أن دراسة الابداع لا تصلح الا بعد أن يكون قد تحقق فعلا ، ووجد تعبيرا عنه في انتاجات محددة ــ كمبان ضخمة أو براهين رياضية أو اشعار أو قصص ... الخ .

(*) التحليل العاملي (Factor Analysis) **منهج احصائي ، يمكن بواسطته وصف البيانات ، وهي هنا الاختبارات السيكولوجية ، مع ابراز الفئات أو المكونات الرئيسية التي تصنف اليها . كما يمكن من خلال ، التحقق من بعض الفروض المتصلة بعلاقة الاختبارات ببعضها ، اوعلاقتها بمكونات سيكولوجية مفترضة ، وقد يثبت التحليل العاملي صحه هذه الفروض أو بطلانها .**

الا أنه ابتداء من اعلان جيلفورد عام ١٩٥٠ فى خطاب رئاسته لجمعية علم النفس الامريكية عن مشروعه لدراسة القدرات الابداعية دراسة منظمة وشاملة للكشف عن السمات التى تظهر فى السلوك الابداعى لدى العلماء عندما يقومون بالاختراع والتصميم والانشاء والتخطيط ، يتزايد عدد السيكولوجيين الذين يرون أن الدراسة العلمية للابداع ينبغي أن تساعد على التنبؤ به قبل حدوثه بالفعل ، بحيث لا تضيع فرصة اكتشاف الاشخاص المبدعين ورعايتهم منذ المراحل المبكرة من حياتهم .

وقد اعتمد هذا الفريق من السيكولوجيين على تصميم اختبارات تمثل عينة من السلوك الابداعى يمكن أن تساعد على اكتشاف هذا السلوك والتنبؤ به . لأنه اذا كانت وفرة الانتاج هى القاعدة ، لا الاستثناء لدى الأشخاص الذين ينتجون بعض الأفكار الواضح أصالتها ودقتها ، فان من الأرجح أن من ينتجون بعض هذه الأفكار فى موقف الاختبار المحدد بزمن قصير ــ يتراوح بين عشرة وخمس عشرة دقيقة ــ سينتجون قدرا كبيرا منها فى مواقف الحياة القادمة .

وفيما يلى عرض لأهم القدرات الابداعية التى أمكن لجيلفورد ومعاونيه اكتشافها بالاستعانة بمنهج التحليل العاملى :

وتتوزع هذه القدرات على ثلاثة مظاهر أساسية للنشاط العقلي الابداعى :

أ ــ مظهر استقبالى : استقبال المنبهات المحيطةالتى يتلقاها الفرد منحواسه وخبراته.

وهنا نجد القدرةعلى **الحساسيةللمشكلات**.

ب ــ مظهر انتاجى : يتجلىفىانتاجاتابداعية لها خصائص معينة . وهنا نجد القدرات الثلاثة ، **الطلاقة ، والمرونة ، والأصالة** .

جـ ــ مظهر نقدى أو تقويمى : يتجلى فى نظر الفرد فيما يتم انتاجه ــ سواء كان هو المنتج أو غيره ــ واعطاؤه قيمة معينة ، بناء على محكات فى ذهن الشخص المبدع .

وهذه المظاهر لا تمثل مراحل متعاقبة اذ أنها تتفاعل وتتداخل خلال عملية الابداع . فمثلا الحساسية للمشكلات قد تكون بداية لانتاج ابداعي ، كما ان لها اهميتها فى تقويم الشخص المبدع لانتاجه الابداعى .

والآن نتناول بقدر من التفصيل ــ القدرات التى تساعد على الابداع فى مختلف المجالات ، والتى تتوفر لدى معظم الناس بدرجات متفاوتة :

١ ــ الحساسية للمشكلات (٨) :

تبدو هذه القدرة فى كل مظاهر السلوك التى تصدر عن الفرد وتنبىء بأنه يشعر بأن الموقف الذى يواجهه ينطوى على مشكلة أو عدد معين من المشكلات يحتاج الى حل ، أو أن هذا الموقف ليس موقفا مستقرا بل يحتاج الى احداث تغيير فيه لأنه يشتمل على مشكلة تحتاج الى حل . وهذه المشكلات تأخذ اشكالا مختلفة فى المواقف المختلفة : فقد تأخذ طابع الذوق الفنى التشكيلى : قد ادخل حجرة فأدرك فورا أنها تنطوى على مشكلة من ناحية التلوين اذ أن لون الجدران غير مناسب للون السقف أو للون الأثاث وبالتالى أشعر بالحاجة الى احداث تغيير فى هذه العلاقة اللونية . وقد ادخل معرضا فأجد صورتين متقاربتين فأشعر بأن العلاقة بينهما كانت تقتضى أن تكون كل منهما على مبعدة من الأخرى وليس على مقربة منها ، وهنا يثير لدى الاحساس بالمشكلة دافعا الى التغيير .

وقد تتمثل المشكلة فى نوع من التعبير الأدبى أو الشعرى أو التصويرى أو الانفعالى ، أو

---

(٨) Sensitivity to_Problems

الصياغة العلمية لاحدى قضايا العلم ، أو احدى القضايا المنطقية ، أو بعض المواقف الاجتماعية التى تدرك على أنها تتضمن مشكلة من المشكلات ، وهذا الادراك نفسه يثير دافعا الى التغيير أو التعديل .

ويختلف الناس فى حساسيتهم للمشكلات . ولا يهتم السيكولوجيون أساسا ـ عند قياس هذه السمة ـ بكيف تحدث الفروق بين الأفراد فى الحساسية للمشكلات ، كما لا يعنون بمناقشة ان كانت هذه الصفة قدرة عقلية أم سمة مزاجية وانما يعنيهم أساسا أنه فى موقف معين يرى شخص معين أن هناك عدة مشكلات ، بينما الآخرون من حوله قد يرون هذا الموقف واضحا لايدعو الى التساؤل ولا يثير اشكالا ، وفى هذا يكمن الفرق بين العالم الذى يرى الموقف ممتلئا بمشكلات علمية ، ومساعد المعمل الذى لا يرى أية مشكلات ، وبين الأديب الذى يمر على موقف أو مشهد أو نظام أو قاعدة بين القواعد الاجتماعية أو الادارية تثير لديه احساسا بعدة مشكلات تحتاج الى حلول كما يثير لديه عدة زوايا لتغيير الموقف ، بينما آخرون يشاهدون نفس هذا الموقف ويتعاملون مع هذه القاعدة الاجتماعية أو الادارية ولا تثير لديهم أى احساس بوجود مشكلة .

ومن هنا نرى أن الحساسية للمشكلات تظهر غالبا فى شكل وعى بالنقائص أو العيوب فى الأشياء أو المواقف ، مما يؤدى الى الاحساس بالحاجة الى التغيير أو الى حيل جديدة .

وقد أوضحت الدراسات السيكولوجية الحديثة وجود عامل للحساسية للمشكلات يتصل برؤية المشكلات المباشرة القريبة ، وعامل آخر يطلق عليه اسم « عامل النفاذ(٩) » ويتصل بالقدرة على ادراك ما وراء المشكلات الواضحة من نتائج بعيدة .

والواقع أن القدرة على الحساسية للمشكلات من أهم قدرات الذكاء الابداعى اذ لا سبيل الى أى انتاج ابداعى بدون الاحساس بمشكلات تؤرق صاحبها فى مجال ابداعه ، مما يدفعه الى تجاوز هذه المشكلات بانتاجات ابداعية .

وتشير الدراسات الحديثة الى وجود علاقة بين القدرة على الحساسية للمشكلات وبين السمة المزاجية التى يطلق عليها « تحمل الغموض (١٠) » . أى تحمل الشخص للتوتر الناتج عن محاولة تفهم موقف لم يسبق له معرفته دون محاولة الهروب منه ودون التسرع بفهمه بنفس طريقة فهمه للمواقف المعروفة له من قبل ، دون محاولة التعرف على خصائصه النوعية .

٢ ـ الطلاقة (١١) :

هناك شواهد عديدة من تاريخ المبدعين تدل على أن المبدعين يكون لديهم غالبا فيض من الأفكار والمقترحات ، لأن الشخص الذى ينتج عددا كبيرا من الأفكار خلال وحدة زمنية معينة يكون لديه غالبا ـ فى حالة تساوى الظروف الأخرى ـ فرصة أكبر لكى ينتج عددا كبيرا نسبيا من الأفكار الجيدة . لذا فمن المرجح أن يتميز الشخص المبدع بالطلاقة فى التفكير أى بانتاج عدد كبير من الأفكار أو التصورات فى وحدة زمنية محددة .

---

(٩) Penetration

(١٠) Intolerance of Ambiguity

(١١) Fluency

وقد تبين من الدراسات التي أجريت على « الطلاقة » وجود أربعة عوامل للطلاقة :

أ ــ طلاقة الكلمات (١٢) : فى اللغة المنطوقة **أو وحدات التعبير كاللفظات فى لغة التصوير .**

أى سرعة انتاج كلمات (أو وحدات التعبير) وفقا لشروط معينة فى بنائها أو تركيبها .

ب ــ طلاقة التداعى (١٣) : أى سرعة انتاج كلمات أو صور ذات خصائص محددة فى المعنى .

جـ ــ طلاقة الافكار (١٤) : أى سرعة ايراد عدد كبير من الافكار أو الصور الفكرية فى أحد **المواقف** ، ولا يهتم هنا **بنوع** الاستجابة وجودتها وانما يهتم فقط بعدد الاستجابات .

د ــ الطلاقة التعبيرية (١٥) :

وهي القدرة **على التعبير** عن الافكار وسهولة صياغتها فى كلمات أو صور للتعبير عن هذه الافكار بطريقة تكون فيها متصلة بغيرها وملائمة لها .

وهنا ينبغي أن نشير الى أن تميز عامل الطلاقة التعبيرية عن طلاقة الافكار انما يدل على أن **القدرة على ايجاد** أفكار تختلف عن القدرة على **صياغة** هذه الافكار والتعبير عنها فى كلمات أو صور مختلفة بأكثر من طريقة .

٣ ــ المرونة فى التفكير (١٦) :

وتتمثل فى العمليات العقلية التي من شأنها أن تميز بين الشخص الذى لديه القدرة على تغيير زاوية تفكيره عن الشخص الذى يجمد تفكيره فى اتجاه معين .

وقد أوضحت البحوث السيكولوجية وجود نوعين من المرونة فى التفكير :

أ ــ المرونة التكيفية (١٧) :

وهى تلك التي تتصل بتغيير الشخص لوجهته الذهنية (١٨) ، لمواجهة مستلزمات جديدة تفرضها المشكلات المتغيرة ، مما يتطلب قدرة على اعادة بناء المشكلات وحلها خاصة فى مجال الحروف والارقام والاشكال . وكلنا شعر بأهمية هذا النوع من المرونة التكيفية عندما كان عليه أن يقوم بحل أحد تمرينات الهندسة ليبدأ بعض خطوات الحل ثم يتوقف تماما الى حين تتغير زاوية تفكيره أو زاوية نظره للمسألة وعندئذ فقط ــ عندما يدرك مثلا أهمية اقامة عمود بزاوية معينة ــ يتوصل الى الحل .

وقد تتبدى المرونة التكيفية فى كثير من مواقف الحياة العملية حيث تواجه الشخص مشكلات عملية مثل الوصول الى سقف حجرة دون وجود سلم أو كرسى عن طريق الاستناد على كتف (أو يد) شخص آخر . . . الخ .

---

(١٢) Word fluency
(١٣) Associational fluency
(١٤) Ideational fluency
(١٥) Expressional fluency
(١٦) Flexibility in Thinking
(١٧) Adaptive flexibility
(١٨) Mental set.

ب ـ المرونة التلقائية (١٩) :

وتتمثل فى حرية تغيير الوجهة الذهنية ، حرية غير موجهة نحو حل معين ، فيما يتصل بمشكلة محددة تحديدا ضيقا . وتتطلب الدرجةالجيدة على هذه السمة تغيير الشخص لمجرى تفكيره وتوجيهه نحو اتجاهات جديدة بسرعة وسهولة ، بسبب واضح له او غير واضح .

فالمرونة التلقائية اذن عبارة عن : قدرة عقلية (ويرجح احيانا انها استعداد مزاجى) لانتاج أفكار مختلفة ، مع التحرر من القيود ومن القصور الذاتي فى التفكير الذى يمنع تغيير اتجاه التفكير .

نفرض مثلا اننى طلبت من شخصين أن يذكر كل منهما أكبر عدد من الاسماء ، قد يذكر الشخص « أ » عشرة أسماء مثل : حائط ، عمود ، بيت ، حجرة ... الخ ، كلها أسماء لاشياء ، بينما يذكر الشخص « ب » أسماء مثل : حائط ، عمود ، ثم ولد ، ثم قط ، ثم عفة ، جمال ، مهارة . هنا نستطيع أن نقول أن الشخص « ب » لديه قدر أعلى من المرونة التلقائية لأن الاتجاه العقلي لديه تغير فى ثلاث زوايا : جماد ، كائنات حية ، ثم أسماء معنوية ، بينما الشخص « أ » ظل اتجاهه العقلي واحداً فلم يذكر الا أسماء نوع واحد هو المبانى .

٤ ـ الأصالة (٢٠) :

ويعد الكثيرون الاصالة مرادفة للابداع نفسه . ويقصد بهذه القدرة تلك المظاهر التي تبدو فى سلوك الفرد عندما يبتكر بالفعل انتاجا جديدا . **فالاصالة تعنى الجدة أو الطرافة** ، ولكن هناك شرطا آخر لا بد من توفره الى جانب الجدة لكى يكون الانتاج أصيلا ، هو أن يكونمناسبا للهدف أو للوظيفة التى سيؤديها العمل المبتكر . فالسلوكالجديد والمناسب أو الذى يؤدى الى الهدف المنشود « بمهارة » يعد بحق سلوكا ابداعيا أصيلا . والجدة وحدها لا يمكن أن تدل على الابداع لأن السلوك قد يتخذ شكل العمل الابداعي بطريقة كاذبة لانخفاض درجة توافقه مع الموقف . ويتبدى هذا بوضوح فى سلوك بعض المرضى العقليين الذين قد يصدر عنهم سلوك جديد فى شكله ولكن غير مناسب للهدف ، ولا يخدم عملية التوافق ولا يتجه مع غيره من مظاهر السلوك الصادرة عن الشخص الى خدمة الهدف المحدد .

وقد اعتقد البعض أنه لا توجد جدة أو أصالة فى فكرة معينة الا عندما تكون هذه الفكرة جديدة تماما . أى أن أحدا لم يفكر فيها قبل صاحبها ، ومن ناحية أخرى اعتقد البعض الآخر أن كل شيء يفعله الفرد يكون جديدا بما فى ذلك ادراكاته المختلفة للعالم من حوله ، أى أن كل شيء يفعله الفرد يكون بالنسبة اليه فقط غريبا بطريقة ما ، وبالتالي أصيلا وجديدا ، الا أن الاتجاه السائد الآن فى الدراسات السيكولوجية للقدرات الابداعية **هو أن هاتين الوجهتين من النظر متطرفتان .** فلا يمكن تقبل الاتجاه الاول ، اذ أنه فضلا عن صعوبة فحص أفكار كل الناس حتى لحظة صدور الفكرة الاصيلة عن شخص معين ، فان صدور فكرة أصيلة عن أحد العلماء أو الفنانين بعد صدورها عن غيره بلحظات أو أيام أو أسابيع أو شهور قليلة ـ دون أن تكون بينهما صلة ـ لا يعنى أنها ليست فكرة أصيلة لهذا يكتفي الآن فى تقدير الاصالة بكون الفكرة **« نادرة »** أو غيرشائعة الى جانب كونهاماهرة. كما أنه لا يمكن تقبل الاتجاه الثاني ، لأنه من

---

(١٩) Spontaneous flexibility

(٢٠) Originality

غير الممكن تصور الجدة والطرافة صفة للافعال التى تتكرر من الشخص نفسه ، مما لا يقتصر على الشعر والاعمال الادبية والعلمية ، بل يدخل فى هذا الاحلام والهلوسات والادراكات خلال مواقف الحياة ، لأن هذه النظرة لا تمدنا بأساس للتمييز بين الاشخاص الاكثر ابداعا والاقل ابداعا .

لهذا فقد رؤى أنه من الاجدر النظر الى الاصالة كغيرها من السمات السيكولوجية للافراد — على أنها سمة تمتد على بُعد متصل ومتدرج ، وهذا التصور يسمح بالمقارنة الخصبة بين الافراد بعضهم ببعض ، وبين أنواع السلوك المختلفة **من حيث درجة ما يتبدى فيها من الاصالة .**

٥ — القدرة على التقويم (٢١) :

القدرة على التقويم عبارة عن وعى باتفاق شىء معين أو موقف معين أو نتيجة معينة أو انتاج ابداعى معين مع معيار أو محك للملاءمة أو الجودة .

وقد يكون التقويم **منطقيا** يعتمد على ادراك العلاقات المنطقية بين مواد لفظية تصوريه .

كما قد يكون **تصوريا ادراكيا** يتصل بمواد ادراكية ، كما قد يتصل بالخبرة فى المواقف الاجتماعية .

والقدرة على التقويم تفترض أن النشاط **الابداعى المبتكر تم فعلا ثم يتجه اليه الشخص** المبدع فيعيد النظر فيه — سواء كان هو منتجه أو أنتجه شخص آخر .

وجزء هام من نشاط الخلق والابداع لدى كل من الفنان والعالم يتمثل فى اعادة النظر فيما أبدعاه .

فالنشاط الابداعى أثناء عملية الخلق فى تقدم ثم اعادة نظر للتقويم . والمفروض أن تتوفر القدرة على التقويم بدرجة مرتفعة لدى النقاد حتى ينفذوا الى جوانب القوة والضعف فى الاعمال **الابداعية وحتى يستطيعوا ابرازها** بوضوح .

أما عن موقع هذه القدرات بين جميع القدرات العقلية الاخرى ، فهذا ما حاول جيلفورد أن يوضحه من خلال « النموذج النظرى لبناء العقل » .

النموذج النظرى لبناء العقل :

حاول جيلفورد — عام ١٩٥٩ — على أساس العناصر المشتركة بين ما تم له اكتشافه من عوامل القدرات الابداعية التى بلغت حتى ذلك الوقت ٥٣ عاملا ، ووصلت عام ١٩٥٦ الى ما يقرب من ٦٠ عاملا — وعلى أساس ما يتوقع من عوامل عقلية أخرى أن يتصور بناء نظريا **شاملا للعقل يتمثله شكل مكعب ، كما هو** موضح بالشكل السابق ، يستوعب جميع القدرات العقلية . وذلك اعتمادا على ثلاثة أسس هى : —

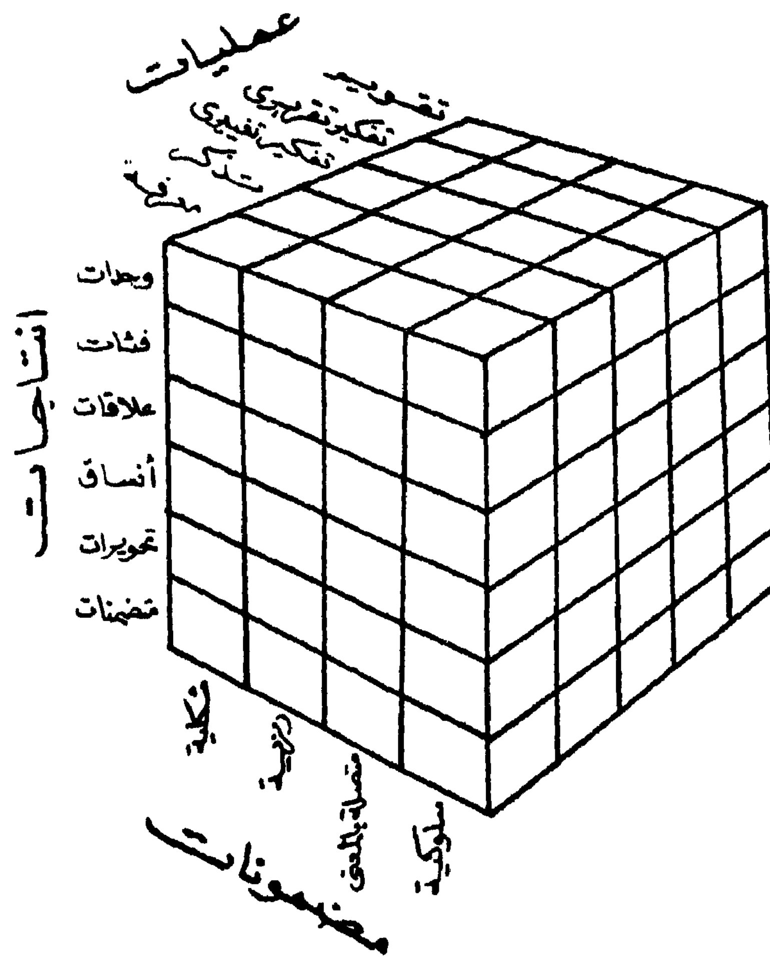
(أ) تصنيف عوامل القدرات العقلية أفقيا على أساس العمليات العقلية التي تتم :

ويمكن تقسيم هذه العمليات العقلية الى خمس مجموعات من القدرات العقلية هى :

١ — **القدرات المعرفية** أو الاكتشافية التى تتصل بقدرة الشخص على فهم القدرات وتحصيل معلومات جديدة او التعرف على معلومات قديمة والبحث عن علاقات واستنتاج فروض مما يعرض عليه من تنبيهات .

٢ — **قدرات التذكر** : فى الانتاجات والمضمونات المختلفة .

(٢١) Evaluation



النموذج النظري للبناء الكامل للعقل

٣ ـ **القدرات التقريرية** : حيث الميل الى تقرير حل واحد صحيح أو استجابة واحدة، على التفكير أن يوجه فى مسارها واتجاهها .

٤ ـ **القدرات التغييرية** : حيث يتجه التفكير اتجاهات مختلفة ، ويتميز بأنه اقل تقييدا فى تحديد هدفه ، كما يتميز بحرية توجه التفكير الى عدة اتجاهات ، وقد تكون هذه الحرية كاملة حيث لا يكون هناك هدف محدد، أو يكون هناك هدف معين لكنه واسع يمكن بلوغه عن طريق عدد متنوع من الاجابات . ومن الخصائص الاساسية للتفكير التغييري رفض الحلول القديمة والعتور على اتجاهات جديدة للتفكير من شأنها ترجيح نجاح التركيب **الخصب ذى البناء الثرى . وهذا النوع من** القدرات هو الذى يمثل بحق القدرات الابداعية .

٥ ـ **القدرات التقويمية** : وهى التي يكون لها تأثيرها فى تقرير جودة الانتاج وملاءمته وأهميته ونوعه . ورغم أن معظم الباحثين يرون أن للقدرات التقويمية أهمية خاصة فى المراحل الاخيرة لحل المشكلات ، فان من أهم خصائص نموذج « بناء العقل » ـ الذى يقدمه جيلفورد « اعتماد » كل العمليات على **التقويم** اعتمادا شاملا ، اذ أن عملية التقويم تساعد على انتقاء المعلومات فى المراحل الاولى، كما تساعد على رفض المعلومات أو قبولها فى عمليات المعرفة والانتاج .

(ب) تصنيف العوامل حسب نوع المادة أو المضمون الذى تجرى عليه العمليات العقلية الى أربعة أنواع هى :

١ ـ **المضمون الشكلي** (٢٢) : الذى لا يحيل الى ما لا يتجاوز نطاقه ، ونحن ندركه ـ كصور ـ بحواسنا، ومن أمثلة المواد الشكلية : الحجم ، الهيئة ، واللون ، والموقع ، والنسيج ، وما نسمعه ، وما نشعر به من اشياء .

٢ ـ **مضمون رمزى** (٢٣) : ويشمل الحروف والمقاطع والكلمات ، والارقام والرموز التقليدية الاخرى . وتشير « الرموز » عادة الى شيء آخر ، وتنتمى الى نسق عام مثل « حروف الهجاء » أو « نسق الاعداد » ، وان كان من الممكن أن تتضمن رموزا شكلية أو تصورية عندما يضمها نوع معين من الانساق .

٣ ـ **المضمون المتصل بالمعنى** (٢٤) : يعالج المعاني . وكان جيلفورد من قبل يستخدم اصطلاحا تصوريا (٢٥) الا أنه أدى الى نوع من الغموض ، اذ قد تكون لدينا تصورات تشتمل على مادة شكلية ، كما فى حالة الفنان الذى يقول ان لديه تصورا لما يريد أن يرسمه ، كذلك قد تكون لدينا تصورات تشتمل على مادة رمزية ، كما فى حالة الرياضى الذى يتصور احدى المعادلات .

٤ ـ **المضمون السلوكي** (٢٦) : اى ادراك الاستعدادات النفسية لدى الآخرين ولدى

---

(٢٢) Figural.

(٢٣) Symbolic

(٢٤) Semantics

(٢٥) Conceptual

(٢٦) Behavioral

أنفسنا ، والاستدلال من ظواهر السلوك عما وراءها ، مما يمثل معلومات على كل منا أن يتعامل معها . وتتفاوت قدرات الافراد على ادراك مشاعر الآخرين أو على الادراك الاجتماعي أو ما يطلق عليه الذكاء الاجتماعي.

(جـ) تصنيف عوامل القدرات العقلية على أساس « الانتاجات » :

وكل نوع من العمليات يمكن أن تصدر عنه ستة أنواع من الانتاجات أي أن الانتاج قد يكون :

١ ـ **وحدة** (٢٧) للمعلومات ، وهي عبارة عن جزء معزول أو محدود من المعلومات له طابع « الشيء » .

٢ ـ **فئة** (٢٨) ، وهي عبارة عن وحدات للمعلومات تجمعها بعض الخاصيات تنطبق على كل وحدة من هذه الوحدات .

٣ ـ **علاقة** (٢٩) ، اي صلة بين وحدات للمعلومات ، تعتمد على متغيرات تنطبق على كل وحدة من هذه الوحدات .

٤ ـ **نسق** (٣٠) ، اي مركب منظم ، أو بناء مكون من وحدات من المعلومات اجزاؤه متفاعلة مترابطة .

٥ ـ **تحوير** أو اعادة تحديد (٣١) ، اي نوع من التغير للمعلومات الموجودة أو المعروفة ، أو اعادة تأويلها .

٦ ـ **تضمين** (٣٢) ، اي نوع من تجاوز الاستقطاب (٣٣) والتعارض في المعلومات ، وقد يشمل هذا في مجال المعرفة توقع البوادر ومعرفة المقدمات (٣٤) والاستنتاجات (٣٥) .

وبهذا نستطيع ان ندرك أن كل خلية من خلايا نموذج « **بناء العقل** » تمثل نوعا معينا من القدرات ، لها ثلاثة أبعاد ، أي يمكن وصفها بنوع من **العمليات** ، ونوع من **المضمون** ، ونوع من **الانتاج** . ويتضمن هذا النموذج ١٢٠ خلية. ولهذا فهو يتنبأ بوجود ١٢٠ قدرة عقلية على الأقل ، على أن وجود خلية في مجال « المعرفة » ـ هي خلية معرفة الوحدات الشكلية ـ تشتمل على ثلاثة أنواع من القدرات : « بصرية » ، و « سمعية » ومتصلة بمعرفة حركات الجسم (٣٦) (*) ، وكذلك وجود خلية في مجال « الذاكرة » تتضمن نوعين من العوامل الشكلية، قد أوحى لجيلفورد أن يتوقع وجود أكثر من قدرة

(٢٧)	Unit
(٢٨)	Class
(٢٩)	Relation
(٣٠)	System
(٣١)	Transformation
(٣٢)	Implication
(٣٣)	Extrapolarization
(٣٤)	Antecedents
(٣٥)	Conclusion
(٣٦)	Kinesthetic

(*) يطلق اصطلاح (Kinesthetic) على الاحساسات التي تؤدي الى معرفة حركات الجسم أو أعضائه ، من خلال العضلات أو الاربطة أو المفاصل أو الاذن الباطنة .

فى الخليه الواحدة ـ على الأقل فى كل عمود « سكلى » كما أوحى له بامكان وجود بُعد رابع يتصل باختلاف طريقة الادراك (٣٧) فيما يتصل بالمضمون الشكلى (Guilford, J. P. 1959. "b")

وأهم مميزات « النموذج النظرى لبناء العقل » الذى يقدمه جيلفورد ما يأتى :

١ ـ استيعاب جميع القدرات العقلية الأولية المعروفة فى نسق واحد شامل ، على أساس العلاقات القائمة بينها سواء من حيث « مضمونها » ، أو نوع « الانتاجات » التى بمثلها أو طبيعة « العمليات » التى تجرى على هذه المضمونات والانتاجات .

٢ ـ امكان استخدام هذا النموذج فى التنبؤ بعوامل جديدة لم تكتشف بعد ـ كما كان يستخدم جدول « منديليف » لاكتشاف العناصر فى علم الكيمياء ـ اى استخدامه كمصدر للفروض التى تساعد على كشف عوامل الذكاء الانسانى ـ بالمعنى الواسع ـ وعلى عزل هذه العوامل (Hoepfner, R., et al, 1964)

٣ ـ يقدم هذا النموذج تعريفا « عامليا » للقدرات العقلية للذكاء الانسانى ، يتخلص من التعريف الاجرائى الدائرى ـ الذى يقرر تحصيل الحاصل ـ الذى قدمه « بورنج Boring » عام ١٩٢٣ ، والذى يذكر فيه أن الذكاء هو ما نقيسه اختبارات الذكاء !

٤ ـ كما أن التحقق من بعض عوامل هذا النموذج ، يمكّن فيما بعد من استخدامها كأدوات فى بحوث جديدة تتضمن السمات أو القدرات المكتشفة . لأن ما يكتشف اليوم من عوامل جديدة ، وكذلك الاختبارات التى تقيس هذه العوامل ، يصبح فى الغد مفاهيم مرجعية تستخدم فى التطبيق السيكولوجى ، مما يكون له اثره فى تمحيص الاختبارات وصقلها ، وهذا يمكن من استخدامها فى كل من الانتقاء والتنبؤ (المهنى والتربوى) كما يمكن استخدامها اكلينيكيا ، وهو ما يطمح اليه كل علم من تطبيق نتائجه (المرجع السابق) .

لتفكير الابداعى والنموذج النظرى لبناء العقل :

التفكير الابداعى ابتكار ، والابتكار صورة من صور الانتاج . ويكاد يسود الاتفاق على أننا فى الابتكار نبعد عن الاجابات المألوفة ، وبالتالى لا تكون النتائج محددة تحديدا لا تخرج عنه ، مما يشير الى فئة « الانتاج التغييرى » التى تتضمن عوامل : **الطلاقة ، والمرونة ، والأصالة** (التى ينظر اليها كنوع من المرونة) ، **والتفصيل** .

ولما كانت كل انواع الانتاجات (الست) ، والموضوعات (الأربعه) تدخل فى هذه الفئة ، فاننا نستطيع أن نجعل التفكير الابداعى معادلا للانتاج التغييرى .

على انه قد تبين حديثا أهمية قدرات « التعديل » او اعادة التحديد ، بالنسبة للتفكير الابداعى . ورغم أنها صيغت فى « بناء العقل » على انها من التفكير التقريرى . فانها تمثل تغييرات أو تعديلات فى التفكير ، واعادة تأويلات وتحرر من « التثبيت الوظيفى (٣٨) » فى استقاق الحلول الفريدة ، لهذا يتوقع أن تسهم **فئة « التحوير » فى التفكير الابداعى .**

ثم ان التفكير الابداعى ـ بالمعنى الواسع ـ يمكن ان يشمل قدرات أخرى غير قدرات « الانتاج التغييرى » ، و « التعديل » أو اعادة التحديد . « فعامل » الحساسية للمشكلات » الذى افترض انه ذو أهمية للتفكير الابداعى ، وثبت وجوده ، يتوقع ارتباطه بالتفكير الابداعى

---

(٣٧) Sense modality

(٣٨) Functional Fixidness

مع ان مكانه فى نموذج « بناء العقل » ليس فى احدى الفئتين السابقتين من القــدرات ، اذ يبدو أنه ينتمى فى« النموذج » الى فئة القدرات التقويمية وانتاجها . بينما يبدو الآن على انه « تضمين » بأن هذه الأشياء مرضــية أو غير مرضية . لذا يمكن تفسير هذا العامل ــ بنفس طريقة تفسير التعديلات ــ على أساس التحرر من التثبيت الوظيفى .

وهكذا ، فرغم امكان تعرف التفكير الابداعى ، كمفهوم سيكولوجى ، عن طريق عوامل الانتاج التغييرى ، وبعض العمليات الأخرى التى تنتج عنها تغييرات أو تعديلات ، فان عمليات الابتكار ــ فى الحياة اليومية ــ قد تتضــمن قــدرات اخرى بطريقة غــير مباشرة تختلف باختــلاف الظروف .

وعلى هــذا لا يمكن حصر التفكير الابداعى ــ بصفة نهائيــة ــ فى جــزء معين من اجــزاء « نموذج بناء العقل » رغم الأهمية النســبية للقدرات التغييريــة لهذا النــوع من التفكير .
(Guilford, J. P. and Merrifield, P.R., 1960)

عرضنا فى هذه الفقرة للقدرات الابداعية ، الا انه اذا كانت القدرة الابداعية تعنى امكانية الابداع ، فان كون الشخص الذى لديه قدرة مرتفعة على الابداع ينتج فعلا اعمالا ابداعية انما يعتمد على عدد من الظروف من اهمها دوافعه الخاصة وسماته المزاجية التى تســاعد ، مع عوامل اخرى ــ كالبيئة النفسية الاجتماعية ــ على ظهور هذه القــدرات أو يؤدى الى طمس معالمها . وهذا هو موضوع الفقرة التالية من المقال .

• • •

٥ ــ السياق الاجتماعى الثقافي للابداع (٣٩) :

لما كان الفرد لا يعيش فى فراغ اجتماعى ، فان العمل الابداعى ، وان كان يصدر عن أفراد مبدعين ذوى خصائص معينة ، يتأثر بتفاعلات الاشخاص المبدعين مع الآخرين وعلاقاتهم بهم ، كما تتأثر بالسياق الاجتماعى العام الذى يوجد فيه هؤلاء الاشخاص .

ويتكون الســياق الاجتماعى من الجماعات الأساسية والفرعية التى ينتمى اليهــا الفرد والتى يتضمن كل منها نظاما من العقائد والقيم ، الصريحة أو غير الصريحة ، والتى تســتجيب لحاجاته المتنــوعة ، ويكــون له فى كل منهــا مركز (٤٠) معين ، ودور محدد (٤١) .

وقد يساعد السياق الاجتماعى على ظهور الابتكار او الابداع ويشجعه ويعمل على ابقائه ، كما قد يؤخر ظهوره ويمنع اســتمراره ، ولا يشجع الا على الاتباعية والتقليد .

ونســتطيع ان نقســم عناصر الســياق الاجتماعى ، التى تؤثر فى الابداع ــ على أساس « كثافة » تأثيرها على الفرد المبدع ــ الى نوعين يقعان على خط متصل يمثل كل منهما أحــد طرفيه :

أ ــ نوع أولى أو خاص : يتصــل بالقــوى الاجتماعية التى لها تأثير مباشر على الافــراد المبدعين ، سواء من ناحية تنشئتهم وتربيتهم ، أو من ناحية تقبل نشاطهم الابداعى ورعايته .

ب ــ نوع ثانوى أو عام : يتصــل بالقــوى الحضارية التى تكوّن الاطار الاجتماعى والثقافى والسياسي العام بالمجتمع والتى من شأنها ان

---

(٣٩) Socio-Cultural Contex of Creativity

(٤٠) Status

(٤١) role

تيسر الابداع أو تؤخره ، تساعد على تقبل المبدعين او مقاومتهم ※ .

ونحاول فيما يلي القاء الضوء على دور كل نوع من نوعي السياق الاجتماعي في علاقته بالابداع :

العناصر الأولية للسياق الاجتماعي :

من أهم العناصر الاولية للسياق الاجتماعي :

١ ــ أساليب تربية الطفل فى الأسرة :

أن الشخص الذى يصبح مبدعا فى رشده ، لا يتصل بالبيئة الاجتماعية الكبيرة الا بعد أن يعيش فترة طويلة فى بيئة خاصة محدودة ، هى الاسرة ، يتلقي فيها من الخبرات ما يعده للاستجابة بطريقة معينة ــ ايجابية او سلبية ــ للخبرات القادمة فى حياته .

فالطفل فى الاسرة ، مثلا ، يدرب على تنظيم بعض الوظائف الحيوية، ويصحبهذا التدريب جو انفعالى خاص ، من الحب والتقبّل أو التهديد بفقدان الحب او فقدانه فعلا . ويتعلم الطفل من هذه الخبرات أنه « ممتاز » يستطيع السيطرة على وظائفه ، او يشعر أنه « سيىء » لا يستطيع انجاز هذه السيطرة . وفى هذه الاثناء ينشأ على الثقة بنفسه وبالآخرين،وعلى الشعور بأنه يعد لانجاز الخبرات الجديدة ، او ينشأ على عكس ذلك .

كما أن الآباء قد يُعوّدون الطفل على تلقى الحلول الجاهزة لكل ما يواجهه من مشكلات ، ولا يشجعه على البحث عن الخبرات الجديدة او يعوّدونه على عكس ذلك . أى أن من شأن معاملة الآباء أن تؤثر علىقدرات الطفل الابتكارية فتنميها او تجعلها تضمن . ذلك أنه من المسلمات العامة لعلم النفس الدينامى ، ان عدم تعادل (٤٢) مستويات القدرات لدى الفرد ، ينتج عما لديه من أسس دافعية ، كما ينتج عن الخبرات التى يمر بها فى حياته . وقد أجاد التعبير عن هذه الوجهة من النظر ((مايمان ، وشافر ، وربابورت)) فى معرض مناقشتهم للاسس النظرية للفروق بين قدرات الفرد (٤٣)، حيث يذكرون أن القوى الدافعة العميقة لدى الشخص ، كالحوافز والمخاوف والتوقعات التى تتشابك مع هذه الحوافز ، تتعرض لانواع من الضغوط الضابطة أو الكابتة . وان أنماط الضبط المستخدم لدى الفرد تشكّل الخطوط اللاحقة لنموه ، كما تبلور « الأنا » لديه ، وبالتالى فان لها أثرها على الطرق الاساسية للتوافق والضبط التى تبدأ فى مرحلة مبكرة جدا بممارسة أثر انتقائى على الادراكات والانشطة والاستجابات والحاجات واتجاهات النمو السيكولوجى للفرد .. فمثلا ، قد يكون نمط الضبط عبارة عن اتجاه عام لرفض أى موقف يحتمل أن يكون خطرا وتجنبه ، الى حد أن هذه المواقف قد تثير لدى الشخص اندفاعات (٤٤) غير مقبولة او ذكريات أليمة ، ويبدو ان الشخص الذى يتبع هذا النمط للضبط يتبع أسلوب : لا تسمع شرا ، ولا تر شرا ، ولا تقل شرا . وهذا النوع من الضبط قد يعيق الفضول او اللعب الحر النشيط

(※) يفرق ((موريس شتاين M. Stein)) فى مذكرتهغير المنشورة عن ((الابداع والسياق الثقافى والاجتماعى Cultural Contex of Creativity)) بين : قوىاجتماعية وثقافية ، تؤثر فى الابداع كمصادر للافكار ، كما يكون لها أثرها فى تصوير هذه الافكار ، وقوى اجتماعيةوثقافية اخرى تؤثر فى بقاء العمل الابداعي الا أننا لا يمكننا الاخذ بهذه التفرقة حيث يرجع عدم وجود نوعين)) منالعوامل او القوى تؤثر فى الابداع ، بقدر استمرار تأثير بعض القوى ــ على مر الوقت ــ فى بزوغ التفكير الابداعيثم فى تطوره واستمراره .

(٤٢) Uneveness.

(٤٣) " intra - individual difference in abilities "

(٤٤) impulses

والاستكشاف الفعال لطرق جديدة لتحقيق الذات ، اعاقة بالغة ، بينما قد تزداد وظائف اخرى مثل تعلم الطريقة « المناسبة » للسلوك وفى هذه الحالة نتوقع ان تنعكس آثار واسعة المدى لهذا النمو الانتقائى على تفاوت مستوى تحصيل القدرات والوظائف المختلفة . اما فى حالة اختلاف نمط الضوابط فانه يتوقع ان تختلف بالتالى انماط المهارات والقدرات والوظائف .

وبناء على هذا يفترض انه يوجد فى النمو العقلى السوى تعادل (٤٥) بين مستويات القدرات فى اتجاهات مختلفة . وانه عندما يحدث اختلال للتوافق الوجدانى تؤثر ظروف تتصل بالدافع او الميل فى نمو القدرات فى اتجاهات معينة ، مما يخل باستواء القدرات او تعادلها .

وتتقدم نظرية التعلم بأساس أعم وادق ، من الناحية المنطقية ، للآثار التكوينية (٤٦) للدافع على نمو الاستعدادات او القدرات . فهى ترجع المسألة الى وجود مكافآت فى التعليم، او عدم وجود مكافآت علىأداء مختلف انواع الاعمال .

وقد افترض « جبهارد » ان جاذبية الاعمال تزداد عندما ينجح فيها الفرد ، سواء توقع ان ينجح فيها او لم يتوقع . وان هذه الجاذبية تقل عندما يتوقع الفرد النجاح ثم يفشل وقد توقع « جبهارد » ان تعمم الآثار ، من حيث زيادة الجاذبية او قلتها ، على الاعمال المشابهة، او بعبارة اخرى على فئات الاعمال المشابهة ، وان تكرار مثل هذه الخبرات من شأنه ان يساعد على تقويه الميول التى نشأت بهذه الطريقة . وقدم « جبهارد » ادلة تجريبية تؤيد فرضه ، حيث وجدت تغيرات كبيرة فى جاذبية الاعمال عندما يكون كل من التوقع ودرجة النجاح فى اتجاهين متعارضين .

وتلعب الاسرة دورا هاما فى تنشئة الطفل وتدريبه وتشكيل عاداته وقيمه حتى بعد ان يذهب الى المدرسة . واذا كان التعليم المدرسي للطفل يتم خارج نطاق الاسرة ، فان ما يتعلمه من خبرات وافكار جديدة اذا لقى تأييدا من الاسرة فان هذا التأييد يدعم قبوله لهذه الخبرات والافكار الجديدة ، اما اذا لم تلق هذه الخبرات والافكار تأييد الاسرة ــ او لم تتفق مع ما تعلمه من قيم داخل الاسرة ــ فان الشخص يقع فى صراع عليه ان يحله .

وفى المنزل ــ ذلك العالم الصغير ــ تنشأ عن علاقات الطفل باخوانه ووالديه اتجاهات وقيم ، وتكون هذه الاتجاهات والقيم ــ فيما بعد اساسا لعلاقاته بزملائه وممثلى السلطة من المدرسين والمديرين والمشرفين ، بل وقد تكون هذه العلاقات ، بين الطفل وافراد الاسرة الآخرين ، اساسا لتقبله نموذجا معينا من الايديولوجيات . فقد وجدت **« الزا فرنكل برونشفيك »** وزملاؤها (١٩٥٠) ان الاطفال الذين كانوا خاضعين (٤٧) لابائهم ، كانوا ايضا متقبلين للايديولوجيات التسلطية (٤٨) .

ويرى عدد من الباحثين النفسيين ان هذا الخضوع اذا بلغ أقصاه ، فان الفرد سيجد صعوبة فى المغامرة ، ويظل يتعامل فقط مع ما ثبتت صلاحيته ويتجنب كل ما هو جديد .

---

(٤٥) eveness

(٤٦) genetic

(٤٧) submissive

(٤٨) authoritarian

٢ ــ الخبرات التربوية فى المدرسة :

ان نوع الخبرات التى يتعرض لها الفرد فى المدرسه ، يكون له أثره على الابــداع . فهذه الخبرات التربوية لا تؤثر فقط على المواد التى يتعلمها التلاميذ ، بل وتؤثر كذلك ــ بطريقة ايجابية أو سلبية ــ على اتجاهات التلاميذ نحو المواقف الجديدة للتعلم فى المســتقبل . ففد تؤكد طريقة التعليم أهميــة التلقين والحفظ والتكرار للتــراث القــديم ، ولا تعنى بتنميــة المبادأة والأصالة ، بل قد تعاقب عليهما . وعلى العكس من ذلك ، قد تؤكد طريقة التعليم ان الماضى ان هو الا لبِنة لبناء المستقبل ، ومن ثمَّ يشجع التلاميذ على الابتكار والأصالة ولعل هذا يبرر ما تلقاه بحوث تنمية القــدرة على الابداع ودوافع الابداع لدى التلاميذ فى مراحل التعليم المختلفة ، كموقف التعليم داخل الفصل او خارجه ، او من خلال طبيعة العلاقة بين المدرسين والتــلاميذ ذوى القدرات الابداعية المرتفعة . وتهتم كثير من البحوث التربويــة الحديثة بتحقيق اكبر قدر من التوافق ، لدى التلاميــذ المبدعين . ومــع انفســهم ، لتقبل انفســهم كمبدعين تختلف آراؤهم او طــرق تفكــيرهم عن معظم زملائهــم . ومع زمــلائهم ومدرسيهم،للانفتاح على أوجهالجودةوالامتياز فى آرائهــم وتصرفاتهم ، ولتحقيــق نــوع من العلاقات الاجتماعية المتوازنة غير المبالغ فيهــا من حيث الاعتماد على الآخرين وشدة الاختلاط بهم ، أو من حيث الاعتزال عنهم

(Torrance, P. E., 1962, P. 143-144)

كما تهتــم بعض البحــوث بطــرق حمايــة المبدعين من ضــغوط باقى اعضــاء الجماعــة واحيانا من المدرسين ــ التى توجهضد تمايزهم وافتراقهم عن بقية زملائهم . تلك الضــغوط التى كثيرا ما يؤدى اســتمرارها الى عدم ثقة التلاميذ فى انفســهم ، وخفض روح المخاطرة لديهم ، او تشويه قدرتهم على التعليم بطرف مبتكرة غير ملقنة ، بعد تكرار الآخرين تسخيف طريقهم فى التفكير الابتكارى . بل ان بعضهم قد يصل به الامر ، بعد قمع حاجاتــه الى التفكير الابداعى ، الى نوع من الصراع العصــابى بين حاجتــه الى تحقيق ثقتــه من خــلال التفكير الابداعى ، وبين حاجته الى اكتساب احتــرام جماعة الفصل او المدرس من خلال التخلى عن التفكير الابداعى . ورغم ما يشاع بين العلاقة الايجابية بين الابداع والمرض النفسى ، فانه من الثابت الآن أن الاضطرابات النفسية تحدُّ من طاقات الابداع لدى الافراد (٤٩) .

وقد اجريت عدة دراسات تبين منهــا ان المدرســين يضيقون بالتلاميــذ ذوى الافكار والحلول المبتكرة ، كما اجريت عدة استفتاءات لدراسة تصور المدرسين للتلميذ النموذجى فى عدد كبير من بلاد العالم وهذا التصور لنموذج التلميذ هو طبعا ما يحاولون تأكيده من خلال تصرفاتهم مع تلاميذهم . وقد تبين من هــذه الاستفتاءات أن صــورة التلميذ المثــالى لدى المدرسين لا تتفق غالبــا مع صــفات التلميذ المبدع ، بل تتفق مع نماذج السلوك التى تتمثل فى الاتباعية للآخــرين ومراعاة آرائهم ، وتقلل غالبا سمات تأكيد الذات والاســتقلال وعــدم الاتباعية للآخرين وروح المخاطرة والمنافســة

(Terran's Comparative Ranking of Ideal Child, 1971).

مما يؤكد اهميــة اعــادة التخطيط لتغييرات جذرية لسياسة التربية والتعليم بطريقة تجعلها تستثير امكانيات الابداع لدى التلاميذ بدلا من ان تقمعها

(Taylor, C. and Williams. F. E., 1966)

---

(٤٩) نرجو ان تتناول موضوع « شخصية المبدع »وسماته الايجابية والسلبية والعلاقة الخصبة بينهما فى مقال تال (انظر الان ، كتاب : عبد الحليم محمود « الابــداع والشخصية ، دار المعارف ، القاهرة ، ١٩٧١ ، البابين الثالث والرابع) .

٣ ـ الجماعة السيكولوجية (٥٠) :

والجماعة السيكولوجيـة ـ اى الجماعـة الصغيرة غير الرسمية التى تربط افرادها روابط عاطفية ومهنيه ـ لها اهميـة كبيرة فى عمليـة الابداع ، ذلك ان اتمام العمل الابداعى وحده لا يكفي ، اذ ان الشخص المبدع يحتاج فى بداية الامر دائما الى تقديم عمله الى جماعه تعترف بهذا العمل وتقومه . لهذا فان كل مبدع ، ايا كان مجال ابداعه ، شعرا او فنا او علما ، يلتف حوله شخص او اكثر ممن يكونون « جماعة » سيكولوجية له ، تشد أزره وتخفف عزلته ، ويجد لديها صدى عمله فى جو من الأمان النفسى يمكنه من الكشف عن جوانب اخرى فى مجال ابداعه .

ويوضح اهمية « الآخر موضع الثقـة » ما يذكره **الدكتور مصطفى سويف** ـ فى دراسته للاسس النفسية للابداع الفنى ـ فى الشعـر خاصة ، من أن حركة الشاعر فى ابداع القصيدة لا تتم ببلوغه البيت الاخير منها ، بل يخطو خطوة بعد ذلك بأن يعرضها على « آخر » قد يكون صديقا عزيزا يتقن تذوق الشعر ، أو ناقدا مبجلا يحدده الموقف الخاص للشاعر المهم ان حركته هذه نحو الآخر ، ذات دلالة دينامية هى بناء « **نحن** » لأن رضا الآخرين عن العمل معناه انهم قد اصبحوا اقرب اليه مما كانوا من قبل (سويف ، ١٩٥٩ ، ص ١٤٥) .

وعلى هذا الاساس يمكن تفسـير اتخـاذ « **فرويد** » لـ « **فلهلم فليس** W. Flies » صديقا له يؤنسه ويخفف آثار عزلته العلمية . وكذلك يمكن تفسـير اتخـاذ الخليل بن احمد ـ واضع علم العروض فى الشعر العربى ـ لابى المعلى صديقا ورفيقا . ونستطيع ان نجد « آخر » يقوم بدور السند النفسى ، لدى كل مبدع فى الشعر وفى الفن او فى العلم ، بل وقد يوجد فى سيرة الرسل ما يؤيد هذه الظاهرة ـ مثل ابى بكر لسيدنا محمد عليـه الصـلاة والسلام ، ومثل الحواريين للسيد المسـيح عليه السلام ، وهارون لموسى عليه السـلام .

ووجـود آخـرين يتفهمون ما يصـدر عن الشخص المبدع ، يميز المبـدع الـذى يحاول توصيل افكاره الى الآخرين عن الهستيرى الذى يحوّل خيالاته وصراعاته الى حركات تمثيلية استعطافية دون اعتبار لطريقة ادراك الآخرين لها ، وعن العصابى القهرى ، الذى يصدر عنه من التصرفات ما يدفع الى القول بأنه ينشىء لنفسه دينا خاصا به ، وعن المصاب بالبارانويا وهذاءاته غير المطابقة للواقـع التى لا تصمد للاختبار ، والتى تشبه فى ظاهرها ما يصدر عن الشعراء والفلاسفة واصـحاب الاديان ، وان كان هؤلاء يخاطبون اعدادا من الناس تفهمهم .

٤ ـ الموقف الاجتماعى المباشر الذى يعمل فيه الفرد :

على الرغم من قلة الدراسات التجريبية فيما يتصل بعلاقة مجـالات السـياق الاجتماعى بالابداع ، بوجه عام ، فقد اجـرى فى مجـال الموقف الاجتماعى المباشر الذى يعمل فيه الفرد ، عدد كبير نسبيا من البحوث ، وخاصة فى معامل البحوث الصناعيه ـ وذلك لتعرف الظـروف التى تسـاعد على الابـداع لدى مجموعات الباحثين .

ففى بحث أجـراه « **دونالـد تيلـور** D. Taylor » فى معمل كبير للبحوث يضـم عاملين فى مجال الفيزياء والكيمياء والرياضيات والهندسة ، تمت مقابلة رؤساء اثنى عشر قسم من اقسام البحـوث المختلفـة ، وعينـة من مساعديهم ممن لديهم خبرة طويلة فى البحـث والاشراف على الباحثين ـ وكان احدهم يشرف على مائة عالم ومهندس . أجمع كل من تمت مقابلتهم تقريبا ، على أن أهم عامل فى انتاجية

(٥٠) The psychological group

العاملين فى اقسامهم وفى ابداعهم هو : العلاقة التى توجد بين الباحث او المهندس وبين المشرف المباشر عليه ، اى المشرف الذى يحدد له الجو الذى يعمل فيه ، والذى من شأنه ان يساعد على استقبال الافكار الجديدة. ووصف بعضهم هذا « الجو » بأنه يتميز باشعار الباحث بحرية الخطأ النزيه ، الذى ينتج عن الجهد المخلص فى السعى لانجاز العمل ، دون نقد او تأنيب .

ومن دراسة ــ قام بها اعضاء هيئة البحوث الاجتماعية بجامعة ميتشجان ــ للعلماء امكن التوصل الى نتائج هامة تتصل بنوع الاشراف المرتبط بالانتاج العلمى المرتفع . حيث تبين انه لا يمكن التعميم على جميع الباحثين ، لأنه بينما ارتبطت كثافة العلاقات بين صغار الباحثين والمشرفين عليهم بزيادة الانتاج العلمى ، فانه لم توجد لدى كبار الباحثين علاقة بين كثافة تفاعلهم مع رؤسائهم وبين ادائهم لعلمهم .

وفيما يتصل بمقدار ما يتاح لصغار الباحثين من فرصة اتخاذ قرارات تتصل بمشكلات البحث ، تبين ــ من هذا البحث ان اعلى اداء يوجد حيث يوجد قدر من التفاعل بين الباحثين والمشرفين عليهم ، بشرط ان يكون لهؤلاء الباحثين الصغار حرية اتخاذ القرارات ، اى ان الرئيس فى هذه الحالة يحث الباحث ويشجعه ، ولا يقوم بتوجيهه (المرجع السابق) .

وقد تمكن **بلز** D. C. Pelz من خلال بعض البحوث فى مجال الصناعة من التوصل الى نتيجة تتصل بعلاقة « التوحّد مع الجماعة » بالاداء العلمى لدى مجموعة من العلماء وهى انه **عندما يكون لدى الافراد شعور بالانتماء الى الجماعة المباشرة ، ويكون رئيس هذه الجماعة قديرا ، فان مستوى اداء المرؤوسين يتسم بالارتفاع ، اما اذا كان لدى الافراد توحد كبير مع الجماعة المباشرة ، وكان رئيسهم شخصا ضئيل المواهب او غير قدير ، فان اداء المرؤوسين عندئذ يتسم بالانخفاض .**

كما تبين من بحث آخر قام به « بلز » ايضا عن اثر العلاقة مع الزملاء فى الاداء ، طلب فيها من مجموعة من العلماء تحديد اهم خمسة زملاء ــ من غير المشرفين ــ بالنسبة لكل منهم ومتوسط احتكاك كل منهم بهم . وقد امكن قياس التشابه والاختلاف بين قيم كل عالم وقيم زملائه بعدة طرق ، منها تقديره لميوله وقيمه ، فاذا كان الشخص ذا ميول علمية وزملاؤه مثله ، حصل على درجة كبيرة فى التشابه ، اما اذا كان الشخص ذا ميول علمية وكانوا هم ذوى ميول ادارية ، فانه يحصل على درجة ضئيلة فى التشابه . وقد أسفر هذا البحث عن ان العلماء الذين يشبهون زملاءهم شبها كبيرا ، ويتصلون بهم مرة او مرتين فى الاسبوع ، يحققون أكبر قدر من الاداء ، وارتبطت زيادة الاتصال بالزملاء ــ فى حالة التشابه فى الميول والقيم بهبوط الانتاج ، اما العلماء الذين يتصلون بزملاء يختلفون عنهم فى قيمهم ، فان الاتصال اليومى ارتبط بأعلى قدر من الاداء . وهكذا فان الاتصال وحده لا يرتبط بالأداء ، ولكن الارتباط يظهر عندما نضع كلا من نوعى الاتصال والاداء فى الحسبان ، ويميل « بلز » الى تفسير هذه النتيجة ، بأن العالم اذا وضع مع مجموعة لا تشبهه ، فانه يحتاج الى قدر من الاحتكاك لكى يعبر هوّة الاتصال . بينما اذا وضع مع مجموعة من الزملاء تشبهه، فانه لا يكون فى حاجة الى الاحتكاك الدائم بهم ، لأن مثل هذا الاحتكاك قد يؤدى الى التشتت .

الا أن « بلز » يذكر ان باحثا آخر هو « **شيبارد** Shepard » قد توصل ، عام ١٩٥٤ ، فى مجال الصناعة الى نتائج مختلفة ، هى انه ــ بوجه عام ــ كلما ازداد الاتصال ارتفع

الاداء . الا ان هذا التناقض بين النوعين من النتائج يمكن حله بمعرفة اكثر بطبيعة العمل واهداف المؤسسة ، اذ يمكن افتراض انه يوجد في كل من الموقفين قدر من الاتصال بالآخرين ، الا ان المقدار الأمثل (٥١) للاتصال اللازم لأحسن اداء ، قد يكون اقل في انواع النشاط الفردى منه في انواع النشاط التعاونى (نفس المرجع السابق) .

ولا شك ان نجاح الفرد في شغل الادوار التى يتوقع منه القيام بها في مجال عمله وادراكه لطبيعة هذه الادوار ، يحدد الظروف التى يبدع فيها .

وقد اكد « شتاين » ، بناء على دراساته للكيمائيين في البحوث الصناعية ، الفروق بين الادوار التى يتوقع ان يشغلها الفرد ، فما يتوقع من الكيميائى في دوره كعالم يكتشف قوانين بعض الظواهر ، ويوصلها للآخرين ، يختلف عما يتوقع منه في دورة **كمهنى** يخضع لنظام الشركة التى تقف منه موقف الحامى والعميل ، فتمنع نشره لاختراعاته قبل تأمين حقوقها ، وعليه بناء على هذا الدور ان يركز اهتمامه فيما هو عملى تطبيقى ، وان ينكر ذاته لأن اختراعاته ستنسب الى الشركة او الى المؤسسة ، وان يستطيع توصيل افكاره للاداريين الذين يعدّون من العوام في تخصصاته ، وان يكون دائم الاهتمام بما ينفع شركته . وهذا غير ما يتوقع منه **كموظف** يكون لديه وعى مالى ويتوقع منه ان يظهر تقدما في الانتاج ، وان يدخل في حسابه تكاليف البحث منذ تخطيطه حتى مرحلة الانتاج ، وان يقدر ما سيجلبه هذا البحث الى خزينة الشركة ، كما ان عليه ان يقبل وضعه الوظيفى ولا يحتقر السلطات الادارية ، بل يتوافق معها ويتجنب الصراعات . ورغم ما يتطلبه البحث من استقلال ، فان الباحث (كموظف) جزء من مجتمع الشركة او المؤسسة التى يعمل بها ، وتنطبق عليه قواعد هذا المجتمع ، ولهذا فهو يطيع القواعد العامة المتّبعة ، كالانتظام في الحضور ، والتواجد بالعمل عددا معينا من الساعات ، على أنه مع هذا الانتظام قد يتطلب الامر احيانا قدرا من المرونة في حرفية التنفيذ ، اذ قد يحتاج الى ايقاف ما يعمله من اجل الاستعانة بشخص آخر ، او اعانة شخص آخر ، او حل مشكله طارئة في العمل . وهذا يختلف عن **دوره الاجتماعي لا يكون كذلك ، اذ يتعلمه الفرد من** علاقاته برؤسائه ومرؤوسيه ، ويختلف هذا الدور باختلاف الوضع بالمؤسسة ، واذا كانت الادوار السابقة مكتوبة او منطوقة فان الدور الاجتماعي لا يكون كذلك ، اذ يتعلمه الفرد من واقع خبراته او من بعض المقربين . والقيام بالدور الاجتماعى بطريقة ملائمة ضرورى لاقامة اتصالات تسهل عمل الشخص ، مما يمكنه من ان يكون مبدعا . ويذكر « شتاين » عشر خصائص أو توقعات تتصل بالدور الاجتماعى للشخص ، لا يحققها جميعا شخص واحد ، وان كان الاشخاص الناجحون يحققون معظمها وهى :

١ ــ **تأكيد الذات** (٥٢) دون عدوانية .

٢ ــ معرفة الرؤساء والمرؤوسين كأشخاص ، مع عدم الاختلاط بهم كأشخاص .

٣ ــ « الانفراد » في العمل ، ولكن مع عدم العزلة والانسحاب وعدم الاتصال بآخرين .

٤ ــ ان يكون داخل العمل « أنيسا » ولكن ليس اجتماعيا .

٥ ــ ان يكون خارج العمل اجتماعيا وليس ودودا .

---

(٥١) Optimum

(٥٢) Assertiveness

٦ — « يعرف مكانه » مع الرؤساء ، دون خجل او تذلل او خضوع او تسليم اعمى بما يقولون .

٧ — يتوقع منه أن « يعبر عن رأيه » دون تحكم .

٨ — قد يتصف بالحذق او اللباقة ، عندما يحاول الحصول على شيء ، كمزيد من الاعتمادات او العاملين معه ، ولكنه لا يتصف بالمكر والاحتيال .

٩ — يتصف فى كل علاقاته بأنه مخلص وامين ، وذو هدف ودبلوماسي ولا يقبل « القطع » او عدم المرونة او الميكافيلية .

١٠ — يتصف فى المجال العقلى بالاتساع دون ضحالة ، والعمق دون حذلقة ، والصرامة او الدقة دون مبالغة فى النقد .

وفى دراسة قام بها **ناب** R. W. Knap لتحديد خصائص الاقسام المنتجة — العلماء بخمس عشرة جامعة امريكية بانتاجها للعلماء ، بحثت العلاقة بين انتاج أقسام العلوم — للعلماء ، الذين كانوا عند اجراء البحث قد حصلوا على درجة البكالوريوس او الدكتوراه فيما يتصل بالطابع التعليمى والروح المعنوية للقسم . وقد كان من اكثر العوامل التي أظهرت ارتباطا مستقلا له دلالته « روح الجماعة الواحدة " esprit de corps " » للقسم كما تتبدى فى دفء العلاقات والاتصالات الانسانية ، مع صرامة المعايير الاكاديمية التي تتطلب بيئة عقلية خاصة . اى ان القسم الناجح كان يتميز بدفء العلاقات ، ولكنه كان كذلك يتطلب معايير اكاديمية وبيئة عقلية خاصة .

التقليل من التقويم والنقد فى المراحل الاولى للابداع يزيد من فرص ظهور افكار ابداعية :

وقد حاول بعض الباحثين اتباع بعض الطرق لتسهيل عملية التفكير الابداعى ، ومن اهم الطرق التى اتبعت لهذا الغرض الطريقة التى يطلق عليها اسم « المفاكرة » (٥٣) على أساس انها تعتمد على تبادل التنبيه بالافكار بين أعضاء جماعية صغيرة) . أو الاسترسال (٥٤) وتقوم هذه الطريقة على أساس افتراض ان التقويم والنقد فى المراحل المبكرة من عملية الابداع يكف الافكار ، وبالتالى فان الفصل بين النطق بالفكرة وبين تقويمها يهيء جوا متسامحا خال من النقد ، مما يسهل ظهور عدد أكبر وأجود من الافكار ، تتم عملية تقويمها فيما بعد . ويطلق على هذه الطريقة التي تعتمد على اطلاق العنان للافكار اذا استخدمها احد الافراد « مبدأ تأجيل الحكم » (٥٥) .

ورغم ان التدريب على طريقة « المفاكرة » وتأجيل الحكم على الافكار او تقويمها ونقدها يؤدى الى زيادة الافكار الجيدة التي ينتجها الافراد — على الاقل فيما يتصل بمشكلات معينة (مثل تلك التي تقدمها اختبارات جيلفورد للابداع) ، كما تدل على ذلك بحوث « بارنز وميدو »

(Parnes, S. J. & Meadow, A. 1959, 1960 Meadow, A. et al, 1959 „ a ", „ b ")

فان نتائج استخدام « الجماعات الصغيرة » لهذه الطريقة ، متعارضة وغير منتظمة ، مما يبرز اهمية البحوث التجريبية الدقيقة التي تمكن من تقويم كفاءة هذه الطريقة وتحديد أساليب الافادة منها فى الجماعات « الصغيرة » .

---

(٥٣) Brainstorming

(٥٤) Synetics.

(٥٥) Principle of deferred judgment.

ونستطيع تصنيف جوانب الاهتمام باستخدام طريقة المفاكرة فى « الجماعات الصغيرة » الى زاويتين :

الاولى :

هى **مقارنة انتاج الجماعة** من الافكار عند استخدامها لهذه الطريقة ، وعند عدم استخدامها على اساس الاعتقاد بأن استخدام هذه الطريقة يخفف من معايير التقويم فى الجماعة ، مما يترتب عليه زيادة انتاج الافكار الجيدة .

وقد قام « بارلوف وهاندلون ,Parloff" M.B. and Handlon, J. H. بتقديم عدد من المشكلات الى « ازواج » (٥٦) من الاناث لحلها. وقد قسمت ظروف الحل الى نوعين :

الاول : يتصف بدرجة للنقد عالية او مشددة (٥٧) .

والثاني : يتصف بدرجة للنقد منخفضة او مخففة (٥٨) .

وقد سجلت مناقشات البحوثات والحلول التى توصلن اليها ، ثم طلب الى كل اثنتين ان تقدما ما توصلتا اليه من حلول ، فى صورة مكتوبة ، بعد نقدها وتقويمها .

وبعد تصنيف الحلول المقدمة ، تبين ان المجموعة التى عملت فى **ظروف النقد المخففة** انتجت من **الافكار عدداً اكبر** ـ سواء من ناحية العدد المطلق او من ناحية الجودة. مع ملاحظة ان المجموعة التى عملت فى ظروف النقد المشددة انتجت ، اثناء نقاشها ، عددا اكبر من الحلول الجديدة . ولما كانت المجموعات التي عملت فى ظروف « نقد مشددة » تقدمت بنسبة من الحلول اقل مما تقدمت به المجموعات التى عملت فى ظروف نقد مخففة ، فقد استنتج « بارلوف وهاندلون ان طريقة المفاكرة تنتج افكارا جيدة اكثر ، لانها تسمح للشخص ان يترك مسئولية الحكم على افكاره للاخرين .

اما زاوية الاهتمام الثانية :

فتتصل بمقارنة استخدام طريقة « المفاكرة » مع تأجيل الحكم على الافكار فى بداية عملية الابداع باستخدامها لدى كل فرد على حدة .

ففى تجربة قام بها « دونالد تيلور » ، ويرى ويلوك عام ١٩٥٨ ، قدمت ثلاث مشكلات الى ٩٦ طالبا من طلبة جامعة « ييل Yale » مقسمين الى نصفين ، وزع افراد احد القسمين الى ٢١ مجموعة تجريبية كل منها من اربعة اشخاص يشتركون فى حل المشكلات مستخدمين طريقة المفاكرة ، أما افراد القسم الاخر فقد طلب منهم « الاسترسال» فى أفكارهم التى تتصل بالمشكلات بطريقة فردية. ثم وزعوا بعد ذلك على المجموعات الاثنتى عشرة ، بطريقة عشوائية . وقد اطلق على افراد القسم الثانى اسم « المجموعات الاسمية » (٥٩) . وفى نهاية البحث ، تبين ان « المجموعات الاسمية » ـ التى استرسل افرادها فى حل المشكلات بطريقة فردية ـ انتجت ضعف ما انتجته المجموعات الفعلية .

وقد اتبع « **بارنز** S. J. Parnes » فى بحثه المنشور عام ١٩٦٣ ، نفس التصميم التجريبى

(٥٦) Dyads
(٥٧) High — critical condition
(٥٨) Low-critical condition
(٥٩) Nominal groups

الذى اتبعه « تيلور وزملاؤه » ، وان اختلفت ــ لسوء الحظ ــ نماذج المشكلات المستخدمة ونوع صدقها او التحقق منها . وتوصل « بارنز » من هذا البحث الى عدم وجود فروق ذات دلالة بين المجموعات الاسمية والمجموعات الفعلية ، وان مالت النتائج الى صالح المجموعات الفعلية .

وفى عام ١٩٦٤ ، حاول « **دونيت** » (M. D. Dunnettė) ادخال تعديلات على تصميم تجربة « تيلور وزملائه ــ ١٩٥٨ » ، فبدلا من استخدام مجموعات خاصة مصطنعة ، اعد مجموعات من علماء وعاملين بالاعلان ، سبق ان عملوا مع بعضهم البعض ــ لاحتمال ان يكون لهذا اثره فى تحسين انتاج الجماعات على انتاج الافراد . ثم حاول « دونيت » زيادة الضبط التجريبي بأن جعل الاشخاص جميعا يعملون فى كل من المواقف الفردية والجماعية مستخدمين فى هاتين الحالتين طريقة « المفاكرة » مع تأجيل الحكم والنقد .

وقد تبين من نتائج هذا البحث ان مجموع الحلول التي انتجها الافراد جميعا وهم « فرادى » اكثر ــ بمقدار الثلث ــ مما انتجوه وهم فى جماعات . اما من حيث « جودة » الافكار ، فلم يوجد لدى العلماء فرق ــ ذو دلالة احصائية ــ بين انتاجهم فرادى وانتاجهم كجماعات . اما رجال الاعلان ، فقد ادى نشاطهم الفردى الى افكار اكثر جودة من نشاطهم فى جماعات .

وانتهى « دونيت » الى ان طريقة « المفاكرة » تكون اكثر فعالية عندما يستخدمها الافراد الذين يعملون فى جوء خال من الآثار الكافة (٦٠) الناتجة عن تفاعل الجماعة . وهذا يؤكد ما قدمه « توكمان ولورج Tuckman, J. & Lorge, I. » من بيانات تثبت ان اداء الجماعة قلما يتجاوز الأداء الفردى لاحسن الاعضاء ، وان الجماعة تؤثر غالبا ، بالكف ، على اداء أحسن الاعضاء .

٥ ــ الجماعات المتوسطة (٦١) :

تتوسط بين الفرد المبدع والمجتمع الكبير جماعات تتكون من اعضاء المنظمات العلمية او المهنية والنقاد ، وامناء المتاحف ، واللجان العلمية والفنية ، ومجالس ادارات المؤسسات العلمية والصناعية ... الخ ، وتلعب هذه الجماعات أدواراً حاسمة بالنسبة لعملية الابداع . فهى من ناحية تزود المبدع بتقويم مدروس لعمله مما قد يفيده ، ومن ناحية أخرى تستخدم كمرشحات انتقائية ، يترتب على قراراتها وتقويماتها تزويد بعض الأفراد بالعون والاعتراف بعملهم ، بينما قد تمنع هذه الجماعات الاعتراف والعون عن آخرين ، لهذا فان قرارات هذه الجماعات ذات اهمية عظيمة بالنسبة للابداع . ذلك ان هذه الجماعات المتوسطة يكون لها تأثيرها فى تكوين الرأى العام وعلى خلق أسواق للعمل الابداعى ، وفى اسراع تقبل الجمهور للمبدعين . ولما كان تقبل الجمهور يرتبط فى كثير من الاحيان بالشهرة والشيوع اكثر من ارتباطه بالابداع ، فان عدم تأييد هذه الهيئات للمبدعين يؤثر فى مستقبلهم وتقدمهم وفى فرص تنمية ابداعهم . فهذه الجماعات المتوسطة لها أثرها على الابداع لانها قد تخلق جوا ، او تفرض بناء اجتماعيا ، معارضا يستنفد من الفرد المبدع طاقات كان يمكنه استخدامها فى حل المشكلات التي تواجهه فى مجال ابداعه . كما انها عندما تتقبل الانتاج الابداعى تمد الشخص بتأييد سيكولوجى غاية فى الاهمية ، لان قبول هذه الجماعات للانتاج الابداعى واعترافها به يدل على تقبلها للحاجات التي دفعت الشخص المبدع الى الانحراف عن المألوف ، وعدم تقبل الانماط الشائعة

---

(٦٠) Inhibiting influences.

(٦١) The Intermediate groups

وغزو المجهول. وبهذا **تعبر الجماعة عن التشابه بل التوحد بين رغباتها ورغبات الشخص المبدع. وهي بهذا تشترك مع الفرد المبدع** ـ بمعنى من المعاني ، في **عملية الابداع ، لانها عندئذ تتقبل الانتاج الابداعي على انه يعبر عن بعض حاجاتها ويقول ما كانت تريد الجماعة ان تقوله ولكنها عجزت عن قوله** . فضلا عن ان الانتاج الابداعي قد يعطي اتجاها جديدا للتجربة ولسلوك الجماعة .

ونظرا لأهمية هذه الجماعات المتوسطة في تشجيع الابتكار او العقاب عليه فان عددا كبيرا من المجتمعات الحديثة التي تحرص على تنمية الابداع لدى ابنائها ، اتخذت من الضمانات ما يوفر وجود عناصر شابة من المبدعين داخل هذه الجماعات واللجان بالاضافة الى وضع معايير للاختبار تشجع التجديد لدى المواهب الابداعية الاصيلة .

ب ـ العناصر الثانوية او العامة للسياق الاجتماعي :

ومن أهم العناصر العامة للسياق الاجتماعي التي تؤثر على الابداع :

١ ـ البيئة الطبيعية والموقع الجغرافي :

تؤثر البيئة الطبيعية تاثيرا غير مباشر على الابداع ، بما تحويه من انواع المصادر الطبيعية ومقاديرها ، مما يؤثر في أنواع الانتاج وأدواته والأشكال التي يتخذها . فما يتوقع من نماذج ابداعية للمنازل في مجتمع قائم على البر ، غير ما يتوقع منها في مجتمع محاط بالبحر ، وما يتوقع في مجتمع صحراوي ، غير ما يتوقع في مجتمع زراعي .. الخ

كذلك فان الموقع الجغرافي يؤثر في عملية الاتصال ، فمثلا عدم وجود عوائق طبيعية يسهل الاتصال بين الناس ، ويجعل من السهل عليهم التعرف على الصور الجديدة للأشياء والأفكار وطرق الحياة ، وتكوين وجهات النظر نحوها ، كما يسهل عليهم تناول الأدوات المادية مما قد يدفعهم الى التفكير .

٢ ـ الاتجاه الفلسفي للحضارة (٦٢) :

ويشمل الاتجاه الفلسفي للحضارة ـ بالمعنى الواسع ـ الصياغات العلمية والفلسفية والدينية التي تتبناها المجتمعات ازاء تصور الانسان ، ومعنى سلوكه ، وعلاقته بالكون ، والله وبزملائه الآدميين ، كما تشمل القيم التي تؤثر في طريقة حياة الانسان .

وتساعد هذه الاتجاهات الفلسفية العامة للحضارة الانسان على أن يجد مكانه في البيئة وعلى أن يشعر بالطمأنينة ، كما انها تكون بمثابة الاطار المرجعي لاختبار البيانات الجديدة وتقويمها وتناولها . وتتضمن هذه الاتجاهات الفلسفية العامة تقديرا ـ صريحا أو ضمنيا ـ يضفي على بعض انواع النشاط قيمة كبيرة مما يشجع الاشخاص على ممارستها لأنها ستؤدي بهم الى ((**جياة جيدة**)) في المجتمع ، كما تضفي على انواع اخرى من النشاط قيمة ضئيلة او تحرمها . ويدعم هذا التدرج ، في قيمة انواع النشاط المختلفة ضغوط اجتماعية عديدة .

وتؤثر الفروق في القيم المرتبطة بمختلف انواع النشاط في المجالات التي يمكن ان يظهر الابداع فيها . فمثلا قد تضفي حضارة معينة قيمة كبيرة على التفلسف والتأمل النظري ، بينما تقلل من شأن الاعمال الحرفية او التي تتطلب مجهودا جسميا كما كان الحال لدى اليونان ، في حين تضفي حضارة اخرى قيمة كبرى على كل ما له فائدة عملية واضحة كما كان الحال لدى الرومان في الماضي والامريكان في الحاضر ، وقد عانت اوروبا في العصور الوسطى المظلمة من الجهل بالظواهر الطبيعية

(٦٢) Philosophical Orientation of the Culture

وعدم الاصالةفى العلم ، لاصطباغ المعرفة عندئذ بالطابع المدرسي حيث كانت الجهود تكرّس فى دراسة كتب المنطق والميتافيزيقا دون ملاحظة الطبيعة .

ويؤثر الاتجاه الفلسفى السائد فى تقويم الصياغات والنظريات الجديدة ، وفى تقبلها او رفضها . فقد كان من السهل على اليونان تقبل الصورة التى قدمها « بطلميوس » عن العالم ، لأن فلاسفتهم كانوا يعدون الحركة الدائرية والفلك الدائرى هما ما يمكن وصفهما بالبساطة والطبيعية ، وذلك فى نفس الوقت الذى وجد فيه افتراض أن « الشمس هى مركز الكون (٦٣) » الذى لم يلتفت اليه بما فيه الكفاية . اكثر من هذا فقد كان بمكن ـ كما قال بطليموس ـ حساب اوضاع النجوم والكواكب بأقل نوع من الهرطقة (٦٤) الميتافيزيقية .

وكذلك فان الاتجاه الفلسفى السائد يكون له اثره فى اختيار الطرق المناسبة لتناول الحقائق . وعلى هذا الاساس قد تصطبغ الطرق والمناهج بالاتجاه التحليلى العقلي او الاتجاه الحدسي أو الاتجاه التجريبي .

٣ ـ مستوى تقدم الحضارة :

يؤثر مستوى التقدم الذى بلغته الحضارة فى الموقف الذى يبدأ منه الفرد عملية الابداع ، بحيث يمكن افتراض انه اذا وجد شخصان متشابهان ، لدى كل منهما الصفات الشخصية اللازمة للابداع ، ولكنهما يختلفان فى مكان مولديهما وزمانه ، فانه يتوقع ان ما يصدر عن احدهما يكون مختلفا عما يصدر عن الآخر . وعلى هذا لا يمكن تصور ما يصدر عن العبقرى، فى مجال الفن أو العلم الا فى ضوء ما سبقه من جهود ، فى مجال ابداعه ، لولاها لما امكن لهذا الانتاج الابداعى أن يتم . ويذكر « **أوجبرن** Ogburn, W. F. » أن ١٢ شخصا ساهموا فى تنمية الآلة البخارية بين عامى ١٦٠٥ و ١٧٨٥ عندما اعطاها « **وات** Watt » صورتها المميزة. وينتهى « أوجبرن » من هذا الى انه رغم عظم شأن (**وات**) ، فان اتمام الآلة البخارية لم يكن وقفا عليه وحده بالذات ، لأنه من غير المعقول ان نتصور عدم حدوث الثورة الصناعية اذا كان « وات » قد توفى فى طفولته . ويذكر انه توجد امثلة عديدة « لاستعداد » الحضارة للتطور المبدع ، وأبرز مثال على هذا تزامن الاختراعات (الاكتشافات) التى يتوصل اليها ، فى وقت واحد ، باحثون مستقلون فى مناطق متفرقة . ويصل ما يحصيه « أوجبرن » من هذه الحالات الى « ١٤٨ » حالة ، مما يدل على أن الكشوف والاختراعات محدود بالحضارة ، وانه لم يمكن التنبؤ بظهورها فى وقت محدد ، فان ظهورها لا مفر منه .

ويتصل ايضا بالمستوى المتاح من الحضارة مقدار ما يقدم ـ فى المجتمع الحديث ـ للباحثين بالدول المختلفة من فرص الاطلاع على أحدث المجلات والكتب العلمية، وتيسير مهمة الاتصال باقطاب العلم فى جميع انحاء العالم ، عن طريق الزيارات والندوات والمؤتمرات .. الخ .

ويتصل « بمستوى التقدم الحضارى » ، ما تتيحه بعض الاختراعات الجديدة من فتح مجالات جديدة للبحث أو التمكين من كشوف جديدة ، وهنا نذكر ما اسداه وجود الميكروسكوب والتليسكوب والسبيكترو سكوب (٦٥) والأدوات الكهربائية والكيميائية الاخرى ، من تقوية لقدراتنا على معرفة بيئتنا

---

(٦٣) Heliocentric hypothesis.

(٦٤) Heresy

(٦٥) أى المرقب الطيفي

الطبيعية . وما أدى اليه التقدم الصناعي من خدمات جليلة تساعد على ظهور الابداع ، ولنا ان نتصور مدى التقدم الذى حدث بعد ظهور الطباعة ، وما حققه ذلك من فرص اطلاع العقول التى يحتمل أن تكون مبدعة على الأفكار المفيدة ، وكذلك ظهور الآلات الحاسبة الالكترونية شديدة السرعة ، التى تقوم بعمليات تمثل بعض جوانب عملية التفكير ، مما قدم أجل الخدمات للعلم بسبب سرعة انجازها للعمليات الحسابية والرياضية ، وحديثا – بفضل جهود الرياضيين والمهندسين البارعين – اصبح لهذه الآلات الالكترونية مقدرة فائقة على التذكر – اكثر بكثير مما تستطيع ذاكرتنا – ، وعلى حل المشكلات الرياضية المعقدة ، مما يوفر على العلماء الكثير من الوقت والجهد . بل ان التقدم الصناعي الحديث ساهم فى تحرير الانسان من العمل البدائى ، واتاح له فرصة للفراغ يمكنه استغلالها فى تكوين عادات عقلية مفيدة . هذا بالاضافة الى ما اسداه تقدم وسائل المواصلات ووسائل الاتصال من توسيع دائرة المنتفعين بالعلم ، وسرعة الاتصال بين العلماء (Harmon, L. R., 1956) وحتى فى مجال الفن ، فان اختراع انابيب الالوان جعل من الممكن لراسم المناظر الطبيعية ان ينجز رسمه مباشرة من الطبيعة .

على أن الحضارة عندما تصل الى نقطة تبدأ عندها فى التدهور ، او عندما تصل الى درجة التشبع ، حيث لا يمكن الاضافة الى مجالات النشاط التى بلغتها ، يصبح كل ما يظهر من أعمال تكراريا !! وحتى اذا وجدت تجديدات – بعد ظهور مرحلة التشبع هذه – فانه لا ينظر اليها عندئذ على انها تبلغ المستوى المرتفع للابداع الذى بلغته الاعمال التى سبق وجودها . أى ان قوى حضارية لها أثرها هى التى تختار من بين التجديدات فى هذه المرحلة فتتسامح مع بعض محاولات التجديد وتساندها ، وتساعد على ظهور صور جديدة ، أو ترفع بعضها الى حد المعيار للابداع – مثل ما يختار كنماذج للرسم فى معرض الفن الحديث – بينما تتجاهل بعض التجديدات نهائيا فتعجّل بالقضاء عليها (Stein, M. I., Cultural Context of Crealin)

٤ – الفرص التربوية والخبرات المتاحة :

اذا كان الابداع يعتمد على المعلومات الموجودة بالمجتمع ، فانه لكى يظهر الابداع لا بد أن تصل هذه المعلومات الموجودة الى الفرد المبدع الذى يشكلها تشكيلات جديدة . وهذه المعلومات قد تنقل خلال العلاقات الرسمية او غير الرسمية بين الافراد وهنا نشير الى أهمية العلاقات الرسمية التى تسهم فيها امكانيات المجتمع . ذلك أنه كلما زاد عدد من تتاح لهم فرصة تحصيل التراث الحضارى ، زادت امكانيات التطوير الابداعى . ومع ذلك فاننا نجد فى مختلف المجتمعات قيوداً على عدد الاشخاص الذين تتاح لهم فرصة المعرفة التى يرغبون فى تحصيلها والتى تلزم للابداع وعلى نوع هؤلاء الاشخاص ، كأن يشترط فيهم ان يكونوا من طبقة معينة أو جنس معين أو لون معين أو يستطيعون أداء أموال معينة ...... الخ – وقد تطول أحيانا فترة التدريب بحيث ينشغل الفرد بمجرد انتهائه من التحصيل بحاجاته اليومية لتعويض ما فاته مما يشغله عن الابداع (المرجع السابق) .

وفى ضوء الظروف الحضارية العامة التى تحدد للافراد – الذين تتوفر فيهم مواصفات أو شروط خاصة – ادواراً معينة ترتبط بما يتاح لهم من أنواع الخبرات ، نستطيع ان ننظر الى نتائج البحوث التى يقارن فيها بين الذكور والاناث ، والتى تدل على ان الذكور أكثر تفوقا فى القدة على الابداع من الاناث ، بطريقة ذات دلالة ، فى حل المشكلات ، حتى مع مراعاة تماثل كل من الذكور والاناث فى الذكاء والقدرات المختلفة والمعلومات النوعية المتصلة بهذه المشكلات .

(Sureeney. E, J,, 1953 ; Carey, G. L., 1958)

ومن هذه البحوث ذلك البحث الذى أجرى فى جامعة كاليفورنيا وتبت منهان عدد المتفوقين فى التفكير الابداعى من الذكور أعلى بكثير من عدد الاناث ، وان كانوا — اى الذكور المتفوقين فى الابداع — يميلون للحصول على درجات مرتفعة على مقياس الميول الانوية ! ويعلق « د . تيلو » على هذه النتائج بأنه مع عدم استبعاد أثر العامل البيولوجى ، يميل الى الاعتقاد بأن الفروق بين الجنسين انما ترجع الى الفروق فى خبرات كل من الذكور والاناث فى الحضارة المعاصرة .

وبناء على هذا نستطيع ان نتوقع ان يتفوق الاناث على الذكور ، اذا قدمت لكل منهم أنواع من المشكلات التى تراكمت لدى الاناث عنها خبرات على مدى الاجيال ، مثل : حسن التصرف فى مشكلات الحياة اليومية ، وغيرها من المشكلات التى تكون المرأة مدربة عليها غالبا او طرفا فيها وتحلها فى اطار الدور الاجتماعى المحدد لها ...... الخ . وقد تأيد هذا التوقع الى حد كبير من خلال بحث قامت به الباحثة المصرية ناهد رمزى (رسالة ماجستير غير منشورة ١٩٧٢) .

٥ — العوامل السياسية :

تمدّ النظم السياسية — التى تحمى حقوق الانسان وتضمن حريته فى التعبير عن نفسه — الشخص بشعور بالطمأنينة والاستقلال ينعكس فى أنواع نشاطه الاخرى . وعلى العكس من ذلك ، فان النظم السياسية التى تضع قيوداً على التفكير ، قد تؤدى الى الحد من مجالات التعبير والتجريب والتجديد . كما ان ظروفا سياسية أو قومية معينة ، قد تدفع الى تعبئة الطاقات والى تشجيع المبدعين فى مختلف المجالات . وقد تخلق الحروب حاجات ومشكلات مما يدفع عدد كبيرا من الافراد لبذل الجهد المحاول العاجلة ، فضلا عن توفير الأموال اللازمة للأدوات والمواد التى تستخدم فى حل هذه المشكلات . على ان ظروف الحرب وحدها لا ينتج عنها بالضرورة زيادة الابداع، لأن الحرب مع أنها قد تدفع الى تنفيذ أفكار مفيدة لأفراد مبدعين واخراجها الى حيز الوجود — رغم ما تتطلبه من تكاليف — طمعا فى فائدتها ، فان هذه الظروف نفسها قد تستنفذ عدداً كبيرا من الأفراد وتقضى عليهم مما يقلل من المصادر المختلفة لظهور الافراد المبدعين . فضلا عما يتخذ بسبب الحرب من اجراءات أمن من شأنها أن تحد من حرية التعبير ومن ثم تقلل من فرص ظهور افكار جديدة .

٦ — العوامل الاقتصادية :

قد يكون للعوامل الاقتصادية تأثير مباشر على الابداع ، عندما تشجع هيئات معينة انتاج أعمال ابداعية بعينها ، عن طريق اجزال العطاء مقابل انتاج هذه الاعمال ، مما يؤدى الى التركيز على انتاجها وتنميتها . كما قد يكون لهذه العوامل الاقتصادية تأثير غير مباشر على الابداع، عندما يؤدى توافر الظروف الاقتصادية الملائمة الى ازالة بعض العقبات أمام الابداع ، مثل اتاحة وقت للفراغ أو توفير الطاقات للاعمال الابداعية .

٧ — التنظيم الاجتماعى (٦٦) :

يتمايز الافراد من مختلف الطبقات والطوائف الاجتماعية بأنواع من الامتيازات والالتزامات وقد يؤدى هذا التمايز الى الحد من الاتصال بينهم ، وبالتالى يؤدى الى الحد من البيانات والخبرات الميسرة لفئة من الفئات ، مما يقلل من كمية التنبيه التى تتعرض لها هذه الفئة ، فتقل بالتالى فرص الابداع لدى أفرادها . وعلى العكس من ذلك ، قد يؤدى هذا الى حث

(٦٦) Social Organization

بعض الأفراد على الابداع وتركيزهم لجهودهم وطاقاتهم لهذا الفرض ما دام الحراك الاجتماعى (٦٧) ــ الى فئات أعلى ممكنا عن هذا الطريق ، على أن هذا يتطلب جرأة نادرة للنفاذ الى الفردية والابداع دون اعتماد على ضمان من المركز الاجتماعى (نفس المرجع السابق) .

وقد ظهر حديثا اتجاه يلح على أهمية العناية بالفئات الاجتماعية والطبقات المهضومةالحقوق ــ حتى فى أكثر المجتمعات نموا من الناحية الاقتصادية ــ (مثل الزنوج بالولايات المتحدة الأمريكية) ، من أجل ما يمكن أن تسهم به هذه الفئات الاجتماعية ، المهضومة الحقوق فى تنمية طاقات الخلق والابداع فى المجتمع بأسره ، اذا أتيحت لها نفس الفرص المتاحة لبقية فئات المجتمع ــ هذا فضلا عن تأكيد حقوقها الانسانية المشروعة فى التعليم والعمل .

وبعد .. لعل هذا المقال قد تمكن من اعطاء صورة واضحة على قدر الامكان عن أهمية التفكير الابداعى فى المجتمع الحديث ، ومن ازاحة بعض الأستار ــ بطريقة علم النفس الحديث ــ عن طبيعة هذا التفكر والسياق الاجتماعى أو الظروف الاجتماعية التى يمكن أن ينمو فيها .

على أمل أن تلحق مجتمعاتنا العربية بركب الانسانية وتحقق نموذج المجتمع العربى الحديث الذى يدعم الابداع ويدعمه الابداع .. بحيث يتصل حاضر أمتنا ومستقبلها بماضيها المجيد . ؟؟؟



---

(٦٧) Social mobility.

(Reference المراجع)

سويف (مصطفى) **الاسس النفسية للابداع الفنى فى الشعر خاصة ، القاهرة دار المعارف** ، ١٩٧١ .

سويف (مصطفى) قياس قدرات الابداع الفنى ، **مجلهالفكر المعاصر** ، فبراير ، ١٩٧٠ .

السيد (عبد الحليم محمود) الابداع والشخصية ،دراسة سيكولوجية ، القاهرة دار المعارف ١٩٧١ .

رمزى (ناهد) : **دراسة تجريبية للفروق بن الجنسين فى القدرات الابداعية** ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة القاهرة ، ١٩٧٢ .

ANDERSON, H. (ed.) **Creativity : and Its Cultivation,** New York, Harper, 1959.

ARASTEH, A. Rand Arasteh, J. D. **Creativity in The Life Cycle,** E. J. Brill, Leiden, 1968.

BERGSON, H., **L'evolution Creatrice,** Press Universaire de France, Paris, 1948.

BRONOWISKI, J., The Creative Process, **Scientific American,** 1958, 3, PP. 59—65.

BURT, Cyril, Critical Notice, The Psychology of Creative Ability, **Brit. J. Educ. Psychol,** 1962, 32, 3, pp. 292—298.

CAREY, G. L. Dex differences in Problem solving as a Function of attitude differences. **J. Abno. Soc. Psychol** 1958, 56 : 256—260.

DUNNETTE, M. D. Are meetings any good for solving problems ? **Personnel Administration,** March-April, 1964, 12—29.

GUILFORD, J. P. Creativity, **Amer. Psychol.,** 1950, 5, 444—454.

GUILFORD, J. P., **The Structure of intellect. Psychol. Bull** 1956. " b " 53., 267—293.

GUILFORD, J. P., Frick, J. W. Christensen, P.R. and Merrifield, P.R., A factor-analytic study of flexibility in thinking. Univ. Southern California, **Rep. from the Psychol. Lab. No.** 18 1957. **" a "**

GUILFORD., J. P., A Revised structure of intellect, **Report from the Psychological laboratory No.** 19, Los Angeles Univ. of Southern California, 1957. " b ".

GUILFORD, J. P. Traits of Creativity. In H. Anderson (Ed.),n **Creativity and its Cultivation.** New York, Harper, 1959, (a). PP. 142—161.

GUILFORD, J. P. Three faces of intellect **Amer. Psychol.** 1959, " b ", 14, 8, 469—479.

GUILFORD, J. P., and Merrifield, P.R., The structure of intellect model : its uses and implications. **Report from Psychol. Lab.** No. 24 Los Angeles : Univ. of Southern California, 1960.

HOEPENER, R. ; guilford, J.P. Merrifield, P.R. A factor-analysis of the Symbolic Evaluative Abilities, **Report from Psychol. Labor.** No. 33, 1946.

KNAP, R. H. Demographic, Cultural and Personality Attributes of Scientists, in the 1955 **Utah Conference on the Identification of Creative Scientific Talent,** Salt Lake City : Univ. Utah Press, 1956.

MAYMAN, Martin ; Shafer, Ray ; Rapaport, D., Interpretation of the Wechsler-Bellvue Intelligence Scale in Personality Appraisal, in : Anderson, H.H. and Anderson, G.L. **An Introduction to Projective Techniques,** New York, Prentice-Hall, 1951.

PARLOFF, M. B. & Handlen, J. H. The influence of criticialness on creative problem-solving in dyads. **Psychiatry,** 1964, 27, 17—27.

PARNES, S. J. and Meadow, A. Effects of " Brainstorming " instructions on creative problem solving by trained and untrained subjects, **J. Ed. Psychol.,** 50, No. 4, 1949.

PARNES, S. J. The deferement-of judgment principle : Clarification of the literature, **Psychol. Reports,** 1963, 12, 5 6l-522.

STEIN, M. I. The Creative Process, paper presented at the University of Chicago—Business School, **McKinsey Seminar on Creativity,** February 1—3, 1962.

STEIN, M. I., **Crutural Conext of Creativity,** a paper prepared while The author was a Fellow at the Center for Advanced study in the behavior sciences, (Mimeo).

SWEENEY, E. J. **Sex Differences in Problem Solving,** Department of Psychol., stanford Univ., Stanford, Calif., 1957.

TAYLOR, C. W. (ed.) **Creativity and polential,** Mc Graw-Hill, New York, 1964.

TAHLOR, D. W. Variables related to creativity productivity among men in two research laboratories. In : C. Taylor (Ed.), **The** 1957 **Univ. of Utah Research Conference on the Identification of Creative Scientific Talent.** Salt Lake City Univ. Utah Press, 1958, 20-54.

TAYLOR, D. W., Berry, P.C. & Block, C. H. Does group participation when using Brain-storming facilitate or inhabit creative thinking ? **Admin. Sci. Quart.** 3 : 1958, 25-47.

TAHLOR, D. W. Thinking and creativity. **Ann. N.Y. Acad. Sci.,** 1960, 91, 108-127.

TAHLOR, C. W., and Williams, F. E. (eds.) **Instructural Midia and Creativity,** John Wiley, New York, 1966.

TERRANCE, E. P. **Guiding Creative** Talent, New Jersey, Prentice - Hall, Inc., 1964.

WILLIAMS, F. (Ed.) **Creativity at Home and in School**, St. Paul, Minnesota : Macalester Creativity Project, Macalester College, 1968.



بيكاسو

أحمد مرسى

فى عام ١٩٦١ ، وبمناسبة الاحتفال بمرور ٨٠ عاما على مولد الفنان بابلو بيكاسو ، تساءل الكاتب (١) السوفييتى اليا اهرنبورج « لماذا أشعر بصعوبة عند الكتابة عن بيكاسو ؟ ربما لأنه ذائع الصيت ، أو لأن مئات الكتب قد كتبت عنه ، أو لأن هناك العديد من الدراسات المطولة ، لا المتعلقة بكل عمل من أعماله فحسب ، بل والمتعلقة أيضا بكل محترف عمل فيه ، بكلابه ، بحماماته ، وبقبعاته وبصدرياته » . ويمضى اهرنبورج ، فى تساؤلاته قائلا : « حقا ، ان الذين تصدوا للكتابة عن بيكاسو كثيرون ، ومن بينهم أصدقاء وثيقو الصلة بالفنان ، والبعض ممن التقوا به أو رأوه بمحض الصدفة . لكن ليس هذا هو السبب الذى يجعلنى أشعر بصعوبة التحدث عن بيكاسو . فكم من المرات خيل لى ، كما يحدث لغيرى من الكتاب ، عندما أتهيأ للجلوس الى مكتبى ، أن الموضوع الذى كنت بصدد

---

(١) Ehrenbourg, Flya ; " Ce Jeune Homme,," **Le Lettres Francaises,** 26 Octobre au ler novembre 1961 No. 898 (Special pour les 80 ans de Pablo Picasso) 80 ans.

معالجته ، سبق أن عولج منذ وقت بعيد . من المؤكد ، أن وصف أمطار الخريف البسيطة، لأمر أكثر صعوبة من وصف اقلاع طائرة نفاثة. ومع ذلك سأحاول ، فى هذا المقال ، أن أتحدث عن أشياء معينة ، تحدث عنها آخرون من قبلى ، وعلى نحو أفضل . ان الصعوبة هناك .. انها كامنة فى بيكاسو نفسه .

« ذات يوم قال لى فنان – يعد من الفنانين العظام – « بيكاسو عبقرى ، لكنه لايحب الحياة ، ومع ذلك ، فالفن تأكيد للحياة » . هذا صحيح ، كما أنه صحيح ايضا ، أن بيكاسو يحب حباً جما ، الناس والطبيعة والفن والحياة ، وهو لا يهدأ أبدا ، لأنه يتمتع بفضول المراهق . ان كثيرا من لوحاته ، لا تحدثنا عن جمال الوجود فقط ، ولكنها تحدثنا أيضا عن الحرارة التى تستشعرها الحواس ، عن ذوقه ، عن عبقه . وقد أبرز ، أولئك الذين كتبوا عن بيكاسو ، ميل الفنان الى تشريح العالم المرئى ، والى تفكيك أوصال الطبيعة والاخلاق على حد سواء ، والى هدم كل ما هو قائم ، البعض أدرك قوة وطبيعة الفنان الثورية ، والبعض الآخر تحدث بسخط أو أسف عن « روح التدمير » عنده ، وفى نهاية الأربعينات ، وبينما كنت أقرأ آراء بعض نقادنا عن موضوع بيكاسو ، روعت لأحكامهم التى جاءت متفقة مع آراء تشرشل وترومان (كان الاول رساما ، والثانى موسيقيا بالهواية) اللذين أدانا بيكاسو الثائر . لقد شعرت ، أكثر من مرة ، بقوة بيكاسو التدميرية . لقد مرت حقب ، لم أكن أشعر خلالها ، بغير هذه القوة فى أعماله ، ومع ذلك ، كانت هذه الاعمال تملأنى بالبهجة والالهام . الا أن هذا الاحساس، كان مرجعه الى سيرتى الذاتية ، وليس الى بيكاسو ، (حقيقة هناك بعض أعمال لبيكاسو التى أشعر أنه لا يمكن تقبلها ، ولست أدرى ما الذى يجعل طلعة امرأة فاتنة ، خليقة بالكراهية منذ الوهلة الاولى) .

« هل من العدل فى شىء أن نخلع نعت « المدمر » على رجل مؤجج بالظمأ الى الخلق ، على رسام لم يفعل شيئا ، طوال حقبة تنوف على الستين عاما ، وبدون انقطاع ، غير البناء . رسام ظل يبنى دائما ، رسام انضم الى رفقة الشيوعيين ، بدون أن يفاضل بين عقيدتهم وبين الفوضوية واللامبالاة أو التشاؤمية التى تستهوى الفنان فى العادة ؟

« فى الوسع القول – وهذه هى الحقيقة – أن بيكاسو يشعر بالتجدد داخل محترفه ، وأن الجهل فى العالم الاستيطيقى،لبعض «قضاته»، يزعجه ، وانه يفضل الوحدة على الاجتماعات والمؤتمرات . ومع ذلك ، كيف ننسى انفعاله خلال سنوات الحرب الاهلية الاسبانية ؟ كيف ننسى حماماته ، ومساهمته فى حركة انصار السلام ، وبطاقة عضويته للحزب ، وملصقاته، ورسوماته ،من أجل الانسانية ، وما الى ذلك من مواقف أخرى ؟

« خلال حقبة مونمارتر (الباتو – لافوار Bateau-Lavoir) التى لم اعاصرها ، وخلال حقبة « الروتوند La Rotonde » التى حاولت وصفها ، كنا شبابا ، مولعين بالتجوال ، كما كنا نشتهر « بالشباب الرنة » . لكن بيكاسو احتفظ بولعه بالمزاح والمخاتلة حتى سن الثمانين . واليوم أيضا ، يقف عاريا امام عدسات التصوير ، ويداعب ضيوفه المرموقين، ويشارك فى مباريات مصارعة الثيران . لقد انجز سلسلة من اعمال الحفر باسم **« الرسام وموديله »** . وهنا يستدعى الرسام تارة روبنز Rubens ، وتارة أخرى ماتيس Matisse فى شيخوخته ، ونستطيع أن نرى فى أركانه موديلات عارية أو شخوصا لفيلاسكويز Velasquez أو غيره من أساتذة التصوير الشيوخ ، وبينهم دائما يظهر قرد ، وهذا القرد شبيه ببيكاسو (انه يضحك على نفسه ، ولكنه فى نفس الوقت ، واثق كل الثقة ، ومزهو كل الزهو بشخصه) . واذا استمعنا الى بيكاسو ، لا يستطيع المرء أن يحدد بدقة متى انتهى من

مزاحه ، لأنه يعرف كيف يمزح بجدية شديدة، ويعرف كيف يقول أشياء جادة على نحو يجعل المرء يتقبلها كأنها مجرد مزاح » .

ويختتم ايليا اهرنبـورج كلماته بتســاؤل أخير ، فيقول : « كيف يجب أن يُنطق اسم « بيكاسو » . هل يجب التشديد على المقطع الأخير او قبل الأخير ، أو بقول آخر ، ما هى هويته ، هل هو اسبانى أم فرنسي ؟ »

ويجيب على تساؤله بقوله ، « انه لا مراء اسبانى ، من حيـث مظهـره الفيزيقى ، ومن حيث شخصيته ومن حيث فظاظة واقعيته ، ومن حيـث عاطفته المشـبوبة ، ومن حيـث سخريته العميقة والخطرة » .



اخترت هذه الدراسـة المقتضبة والعميقة لاليا اهرنبورج ، لأنها فى الواقع ترسم شخصية الفنان بخطوط عريضـــة ، ولعل عشرات بل مئات النقاد والمؤرخين الذين تصدوا للكتابة عن الفنان لم يتأت لأى منهم أن يضـع يده على مفاتيح شخصـية بيكاســو بهذه البســاطة والسهولة . ومع ذلـك ، فمن المؤكد أن كل نقطة من النقاط التى أثارها الكاتب ، فى حاجة الى أن تفرد لها دراسة متأنية ومستفيضة .

واذا كان ايليا اهرنبورج ، صديق الفنان ، قد هاله الاحساس بصعوبة الكتابة عن بيكاسو ، فما بال كاتب عربى ، لم ير من أعمال الفنــان رأي العين ، الا أقـل القليــل مما فى حــوزة متاحف العالم .

لذلك سأحاول قــدر الجهد أن أقصر هذه الدراسة على جانب واحد من جوانب هــذا الفنان المختلفة . والموضوع الذى اخترته هو تحليل للعبارة التى جاءت فى مقال ايليا اهرنبورج التى اشار فيها الى « ميل الفنان الى تشريح العالم المرئى ، والى تفكيك اوصــال الطبيعة والاخلاق على حد سواء ، والى هدم كل ما هو قائم » .



درج النقاد والمؤرخون على تقســيم انتاج بيكاسو الى عهود متعددة ، وفقا لخواص كل عهد ، مثــل العهــد الازرق والعهد الــوردى والعهد التكعيبى والكلاسيكية الجديدة ، الى ما هنالك من عهــود اخــرى فى حيــاة الفنان الخصيبة . واذا حاولنا أن نمسك بأيدينا طرف خيط هذا الميل الى تشريح العــالم المرئى ، لما وجدنا أية مشقة فى ذلك . فخلال الفترة فيما بين عام ١٩٠٠ ، وهــو تاريخ رحلتــه الاولى لباريس وعام ١٩٠٧ حيث رسم بيكاسو لوحته التاريخية « **فتيات افينيون** » ، لم يخرج انتاج الفنان على النظرة المألوفــة للفــن ، ولم يكن يختلف كثيرا عن انتاج غيره من فنانى مدرسة باريس . بل انه بالرغم من نبوغــه المبكــر لم يسلم فى بداية حياتــه من التأثر بفنانى عصره الكبار مثل « شتاينلين » و « تولوز لوتريك » و « فان جوخ » و « فوييار » . وقــد تجلت هذه التأثيرات فى لوحاته التى عرضها فى جاليرى « فولار » فى باريس عام ١٩٠١ . كما لم تخرج موضوعات لوحاته عن الموضوعات التقليديــة الشائعة بين معاصريه مثل مشــاهد الملاهى الليلية وسباقات الخيل والمناظــر الطبيعيــة وصور الزهور .

وفى خريف ١٩٠١ ، كان بيكاســو (٢) **قد** وضــع قدميه على طــريق « **العهــد الازرق** » فاختفت مشــاهد الشــارع الملونــة البهيجة والبورتريهات الرائعة التى كان يرسمها الفنان منذ بضعة أشهر ، لتظهر شخصيات يمزقها الاسى أو الجوع فى عالم تصبغه الزرقة .

---

(٢) بيكاسو ــ تأليف احمد موسى ــ منشورات وزارة الاعلام العراقية ــ السلسلة الفنية ١٤ .

واستمر الفنان فى تشـــييد هــذا العــالم المأساوى الذى تقطر زرقته حزنا ووحشـــة وكآبة ، حتى عام ١٩٠٥ ، حيث بدات تخف فى اعمــاله نبــرة القلق والتــوتر . واختفــى الشــحاذون العميان والنســاء الضــامرات الحزينات الذين سادوا طــوال العهد الازرق ، ليشيد الفنان عالما جديدا يتحرك فيه البهلوانات والفنانون الصعاليك المتجولون ، **وامتزج الأزرق باللون الوردى ، للتخفيف من حدة الخشــونة والوصول بتعبيره الى النبل .**

وفى نفس (٢) العام عندما استشــعر الفنان خطورة الاستمرار فى الطريق الذى شقه بأعمال العهدين الازرق والوردى ، حول بيكاســو حماسه لممارسة شكل من الفن ، كان قد عالجه لأول مرة فى عام ١٨٩٩ ، الا وهــو النحت . وتمثال ((**البهلوان**)) البرونزى الــذى نفذه فى عام ١٩٠٥ يبين مدى صعوبة محاولة التخلص من الوقوع تحت تأثير رودان . لكن ((**الرأس**)) التى ترجع الى عام ١٩٠٦ ، تحمل علامات خط معالجة طازج ، يتعارض مباشرة مع تأثيريــة رودان . **وهذا العمل ، ذو الاهمية الكبــرى بالرغم من صغر حجمه ، يكشــف عن محاولة نحو التركيب والكثافــة ، وهى بمثابة علامــة تحول بيكاسو عن تكنيك الايهام الطبيعى . فمن الآن فصاعدا ستوجه جميع ملكاته نحو مشكلة الحجم الاساســـية . وبعد أن كان لا يبــدى اهتماما بالفورم التشكيلى خلال الســنوات السابقة ، بدأ فى عــام ١٩٠٦ يبدى اهتمامــه بالفورم وهو الاهتمام الذى لم يخامــره وهن حتى نهايــة حياتــه . فالتماثيل واللوحــات والرسومات ، التى انتجها ، أملتها ، ما يمكن تسميته ، بالمتطلبات النحتية .**

ان لوحة ((**رأس امرأة باللون الاحمر**)) عام ١٩٠٧ ، والتماثيل الصــغيرة التى نحتهــا فى الخشب ، والقناع البرونزى الذى يرجع الى نفس العام ، كل هــذه الاعمال تتميــز بقيمة ((فطرية)) ، من المحتمل ان يكــون الفنان قد استوحاها من جوجان ، وليس من المنحوتات الافريقية ، بالرغم من أن العهد الذى يبدأ بعام ١٩٠٧ يسمى أحيانا بالعهد الزنجى .

هل حقيقة أن ماتيس هو الذى عرّف بيكاسو على الفن الافريقى ؟ لقد تصادق الفنانان فى عام ١٩٠٦ . والمعروف أن ماتيس هو الذى اكتشف فى محل الاب سوفاج الكائن فى شــارع ((دى رين)) تمثالا من ساحل العاج ، اطلع صديقه عليه . لكن بيكاسو اكد اكثــر من مرة أنه لم يتأثر بالفن الافريقى قبل عام ١٩١٠ . لذلك يشعر المرء بالبلبلة عندما يلاحظ الجانب الايمن من لوحة ((**فتيات افينيون**)) التى يرى فيهــا عدد كبــير من النقاد ارهاصــات التكعيبية ، وكذلك جميع الدراسات التى أنجزها الفنان خلال هذه الحقبة ، وبصفــة خاصــة لوحــة ((**الرأس**)) التى تشبه الى حــد كبير القنــاع الافريقى . كل هذه الاعمال تكشف عن علاقة ما تربطها بقطع النحت التى جلبها المستعمرون من افريقيا .

ان لوحة ((**فتيات أفينيون**)) ، على أية حال ، تكشف بصورة أكثر حسما ، عن ميول تركيبية اكثر مما تكشف عنه لوحة ((**جيرترود شتاين**)) أو لوحة ((**صورة ذاتية**)) اللتــان ترجعان الى عام ١٩٠٦ .

لكن قبل أن نتعقب نضال بيكاسو من أجل خلق رؤية جديدة وتســجيل وصــفى جديد للعالم الخارجى ، علينا أن نجيب على بضــعة تساؤلات هامة أخرى .

---

(٢) Picasso A study of his work by Frank Elgar (Thames and Hudson)

اننا امام شاب اسبانى يستقر فى فرنسا ، بحثا عن مناخ ملائم لتطوير ملكاته الابداعية . لقد بدأ ، بمحض ارادتــه ، الاتصــال بالفن الفرنسى ، وبصفة خاصة التأثيرية الفرنسية ، التى كانت قد وطدت اركانها فى ذلك الوقت ، ولم يعد يتحدى سيطرتها حتى الجمهور العام ، وهو نفس الجمهور الذى كان قد استقبل تلك الحركة الجمالية الجديدة بسخرية لاذعة .

ترى ما الذى جعل هــذا الاســبانى الذى يتمتع بدرجة كبيرة من الحساسيةتجاه مختلف اتجاهات عصره والذى كان يرحب بكل تأثير ، لا يحاول ولو مــرة واحدة ان يتابــع تجارب **رنوار ومونيه وبيسارو ؟**

اذا كان قد بدا له أن هــذا الاتجــاه قــد استهلكه الاخرون تماما ، لماذا اذن لم ينجذب الى صديقيه ماتيس وبراك ؟

لماذا رفض المشاركة فى « الحوشــية » ، وكانت هذه الحــركة الجديدة فى ذلك الوقت تجتذب عــددا كبــيرا من الفنانين الشــبان الناضجين ، الذين قد نفضوا عن أيديهم كل آثار التراث القديم ، وكانوا يتطلعون الى شىء جديد تماما ؟

علينا أن لا ننسى أنه ما من فنان كان فى قوة ملاحظة بيكاسو ، وفى قوة ادراكه لمكتشفات عصره ، وفى قابليتــه لاســتقبال واســتيعاب تجديداته العديدة ، أيا كان منبتها . **أن هــذا الرجل المستقل ، واسع الافق دائما ، اليقظ أبدا والسريع فى اقتناص كل ما يســتطيع ان يستفيد منه،مر على اساتذة المدرسه الفرنسية الموقرين ، بدون أن يلقى ولو نظرة واحدة على اتجاههم .**

لقد عاش بين طليعة الفنانين المعاصرين دون أن يشــعر بأقل قــدر من الرغبــة فى اللحاق بركابهم ، بل انه لم يعبأ ، على أى نحو كان ، بمولد ونمو الحوشية .

فى الوسع الدفاع عن هذا الموقف بسهولة ، وبدون الاســتناد على أســاس عنصرى ، لأن « زولواجا » كان اسبانيا ايضا ، وقد ارتبط بالبرنامج التأثرى ، وليس بمجرد تبنى الموقف المعاكس ، لأن افضــل ســبيل لتحطيم بقايا التأثريــة ، كان بالتأكيد الانخراط فى زمــرة الحوسيين .

الحقيقه انه ما ان ادرك رسالته الخاصه ، وعلى امتداد حياته ، ظل بابلو بيكاســـو اولا وقبل كل شىء ، فرديا ، تســـتهويه القيـم التشكيليه للاشــياء ، وبنيتها ، ومظهـرها الخارجى ، والتعبير النحتى للاشكال .

لم يعد يستهويه التدفق الوقتى للتصوير التأثرى ، ولم يعد يشعر بأى ميل الى الزخرفة والالوان المسطحة الخــام والتخطيط الهزيل للحوشيين . لقد كان فنانا بلغ من الثقافة حداً جعله لا يقنع بالحس الخالص . فاذا كان لم يسهم فى بحوث الحسيين ودعاة اللذة الحسية، فيما عدا متعته الخاصـــة او اتخاذها كفعل تحدى ، واذا كان لم يمارس على الاطلاق الفن الزخرفى او الافراط فى استخدام اللون ليكون غاية فى حد ذاته ، فقد كان من جانب آخر ، مدركا لجميع الجهود التى تدور فيما حوله ، طالما أنها تهتم بالفورم والفراغ والتكوين .

عندما كانت التكعيبية فى مرحلتها المبكرة فى مراسم مونبارناس ، التقطها بيكاسو واعطاها عمقا اضافيا ، وأعلن قوانينها فارضا اياها فى البداية على مونمارتر ، ثم على بقيــة انحــاء العالم . وعندما كان فريسة للبلبلة والشكوك ، كان الاساتذة الذين اتجه اليهم لالتماس النصح او المواساة ، هم **آنجــر وسيزان وكوربيه ،** وغيرهم من التشــييديين او المعماريين فى فن التصوير ، الذين كانوا من أشد دعاة « الفورم » حماســـة . وعلى عكس فنــــون الشــرق ، بهارمونياتها الهادئة والوانها الاحادية المترفة ، التى كانت ، مــع ذلك ، تفتقر الى الثقــل والتشكيل والعمق ، **اجتذبته الفنون البدائية**

او الفطرية ، وبصفة خاصـــة النحت الأيبيرى والزنجى ، او خــزفيات ما قبـــل العصرى الكولومبى ، **ولكنه لم يكن يتطلع دائما ، الا الى الفنون الشكلية ذات الابعاد الثلاثة** .

لقد حرره « عهده الوردى » من الواقعية التعبيرية التى اتسم بها « العهد الازرق » ثم اعقب نمطية العهد الوردى الرقيقة ، بغنائيـــة العهد الزنجى القوية .

ونعود لنتساءل هل كانت لوحـــة « فتيات افينيون » بداية هذا العهد الزنجى ؟

لما كان بيكاسو قد انكر انه تأثر بالفن الزنجى فى ذلك الوقت ، فـــلا مناص من القـــول بأنه استوحى فى هذه الاعمال ، منابع الفن الايبيرى الفطرى ، كما استلهم اعمال **جوجان** فى الحفر على الخشب ، ذات الطابع الغريب ، فأخـــذ عنها التـــخوص المبسطة والتشويهات الجريئة وطريقة العرض الهندسية .

ولوحة « فتيات افينيون » ، هذه اللوحة العظيمة التى أفردت لها الدراسات العديدة ، تتمتع بأهمية كبرى ، نظرا لأنها الثمرة المحددة لرؤية أصيلة ، ولأنها تنم عن تغيير راديكالى فى الاساس الاســـتيطيقى ، الى جانب عمليـــات التصوير التكنيكية .

كانت (٤) قد مرت خمس سنوات على اتمام لوحة **« فتيات أفينيون »** عندما اعتبرها خطأ صديق بيكاسو الشاعر **أندريه ســـالمون** ، عملا تجريديا تقريبا ، فبدت له مجموعة الساقطات،



شكل ١ ــ (فتيات افنيون) ١٩٠٧

(٤) **The Philosophical Brothel** part one by Leo Steinberg.

« مجردة تقريبا من الانسانية ... مشــكلات عارية ، وعلامات بيضاء على لوح أسود » . كان هذا بعد مرور خمس سنوات ، ترى ماذا كان الحال فى البداية ، ومن كان فى وسعه ان يتنبأ بالمدى الذى ستقطعه اللوحة ؟ بل من كان يتنبأ بأن مبدع هذا العمل الذى لم يكـن يتجـاوز السادسة والعشرين من عمـره ، سـيمتد به العمر ليتحدى سبعة عقود من الفن التجريدى؟

لم يمض وقت طويل ، حتى اعتذر **كاهنويلر** عن رأيه الذى أعلنه فيما قبل بخصوص اللوحة . وبالرغم من أنه كان يعتقد أنهـا غير تامـة ، وتفتقر الى الوحدة ، الا أنه اعترف بأنها نضال خرافى يائس مع كل مشكلات التصوير الشكلية برمتها ، وأثنى على جانبها الايمن بوصـــفه « بداية التكعيبية » .

وخلال السنوات الخمسين التى تلت ذلك ، أصبح اتجاه النقد غير قابل للنقض ، فاعتبرت اللوحة انتصارا للشكل على المضمون ، وعلى كل من يريد أن ينظر الى العمل نظرة ذكية ، أن ينظر اليه محللا الى طاقات تجريدية .

ولعل ما يبـرر التـردد فى البحـث عـن مستويات أخرى ، ما كان معروفا من مراحل تخلق العمل نفسه . فالاعداد الاولى للمشروع ، كان يتضمن رجلين ، احدهما بحار يجلس الى مائدة فى الوسط وثانيهما رجـل يدلـف الى المشهد من اليسار حاملا جمجمة فى يـده ــ كايحاء رمزى للموت فيما يبدو . وقد اعتقد **ألفرد بـار** Alfred Barr أن بيكاسـو كان يتخيل اللوحة كنوع من التذكرة بالموت . ولكنه أردف يقول « لقد استبعدت بعد ذلك جميع التضمينات ذات التضاد الاخلاقى بين الفضيلة (الرجـل الذى يحمل الجمجمـة) والرذيلـة (الرجل المحاط بالمأكولات والنساء) ، استبعدت فى سبيل تحقق تكوين تشخيصى شكلى خالص ، يتحول مع مراحل تطوره شـيئا فشـيئا الى تكوين منزوع الانسانية تجريدى » .

ولا جدال فى أن الدليل على وجود الجمجمة فى الاعداد المبكر للعمل ، قـد اسـتنبط من الفنان نفسه . وقد ساد هذا التفســير زهاء ثلاثين عاما ــ وهو أن الفنان قصد فى البداية انشاء عمل رمزى أو التعبير عن ثمن الخطيئة .

هناك نتيجتان هامتان :

أولا ــ بسقوط المضمون الادبى ، مع تطور العمل ، أصبحت لوحة « **فتيات أفينيون** » أهم نقطة تحول فى تطور فن القـرن العشرين حتى الآن ولوحة (جولدينج) Golding ــ أصبحت بمثابة القياس بالنسبة للفن الحديث بأكمله ، أى الابعـاد عن « الدلالة » نحـو التجـريد الاستشهادى الذاتى .. بل ان عنف المشهد المصور ، قد فسر بأنه تحرير للطاقات الشكلية ، فلم تعد هذه الطاقات مقيدة بالمضامين المسيطرة .

ثانيا ــ تبين النتائـج التى توصـل اليهـا الفنان ، تجاهله للتخطيطات العديدة والجيدة التى أعدها فى مراحل تحضير العمـل . واذا كانت اللوحة تعكس تحرر الفنـان من الهدف الرمزى الخاطىء ، فالمعتقد أن تلك التخطيطات لم تسجل اكثر من البداية الزائفة ، فضلا عن أنها لم تكن ارهاصا بهذا البناء التكعيبى الذى جعل اللوحة عملا تاريخيا .

ومع تطور ونضوج الاسس النقدية ، بدأت التساؤلات حول العمل تتشكل تدريجيا . وقد طرحت الاسئلة التى نوقشـت ثم طـرحت اجاباتها ، وكانت جميعها تتعلق بتاريخ اللوحة ، وما أخـذته عن **سيزان** Cezanne ، وتأثـرها بفنون الحضارات الايبيرية والافريقية ــ وقبل كل شيء طفرتها الى التكعيبية .

لقد كان الشيء الذى يتطلب التأكيد ، هـو اتجاه العمل ، ونقاط انطلاقـه ، وكما يحدث مع المسافر الترانزيت ، لم يطلب من العمل غير تحديد نفســه ، باستفسارين ، من أين والى أين .

ولكن اللوحة ، بعد خمسة وستين عاما تستحق طرح مجموعة جديدة من الاسئلة . مثلا : تلك الشخوص الخمسة التى تصورها ، هل يجب أن تكون شخوص عاهرات ؟ هل كان فى الوسع انجاز التأثيرات التكعيبية الاولية فى النصف الايمن من اللوحة ــ تكسير الكتلة وتساوى الاجزاء الصلبة مع الفراغات ــ بمجموعة من لاعبى الورق ؟ واذا كانت الفكرة الاساسية مستمدة من تكوينات سيزان للمستحمين والمستحمات ، لماذا هذا التحول من الهواء الطلق الى داخل البيت ؟

لماذا مازال يبدو الفضاء التصويرى مثل مشهد مغلف بالستائر ــ وهو أقرب مايكون الى الفن الباروكى ــ فى لوحة كان يجب أن ينصب اتجاهها المحدث على السطح المنبسط ؟

وتلك الاقنعة فى الجانب الايمن ، هل هى موجودة هنا ، لانه تصادف أن كان بيكاسو يعمل فى هذه اللوحة عندما اكتشف الفن الزنجى ، لذلك ضمن عمله هذا الحافز الجديد بغض النظر عن عدم ملاءمته لداخل الماخور البرشلونى ؟

هل تشريحات اولئك النسوة ، فى تحولها خلال المدة من ١٩٠٦ الى ١٩٠٧ ، كانت مجرد تغير فى الذوق أو فى استبدال التعبيرية المجردة للزوايا الحادة بالاستدارات التشريحية ، أو هل هذه التغييرات المورفولوجية ، استعارات لحالات للوجود الانسانى ؟

وحيث انه لاتوجد لوحة أخرى ، تواجه المشاهد بكثافة مقارنة ، فكيف تتفق هذه الكثافة مع الاغراض التجريدية التى تعزى فى العادة لفتيات أفينيون ؟

هل التحول الطرازى الذى يشطر اللوحة الى شطرين منفصلين ، نتاج تطور بيكاسو الحاد او أن هذه الطرز المختلفة تحقق فكرة شاملة ؟

هل هذه اللوحة التى تعد أول « عمل ينتمى حقيقة للقرن العشرين » (اى. فراى) بدأت كمجرد تأكيد غير صادق للموعظة المعروفة التى تقول « ان ثمن الخطيئة هو الموت » ــ والتضاد بين الرذيلة ، ممثلة فى متعة المأكل والنساء ، والفضيلة ، ممثلة فى التأمل فى الموت ؟

هل حقيقة أن الفنان ، فى هذه اللوحة التى تعد اول عمل تكعيبى ، قد « تحول من التعبير الذاتى » (سبارتس) ، غير عابىء بالموضوع أو المحتوى ايا كان نوعه ؟

واخيرا ماذا عن العديد من الرسومات المتعلقة بالعمل ؟ فضلا عن رسومات الشخوص الفردية أو تفاصيل الشخوص ، ودراسات التكوين الكامل التى تربو وحدها على تسعة عشر رسما . وقد نشر **بار** Barr ثلاثة رسومات منها فى عام ١٩٣٩ (أشكال ٤و٥و ١٣) . وقد ظهرت بالاضافة الى ثلاثة عشر رسما آخر فى المجلد الثانى من **كتالوج زيرفوس** Zervos فى عام ١٩٤٢ ، وظهر رسمان آخران فى المجلد الملحق رقم ٦ عام ١٩٥٤ ، بينما نشر رسم اكتشف حديثا فى عام ١٩٧٣ .

فهل هذه الرسومات التسعة عشر ، تكشف عن تطور جلى ، وهل تلقى دراستها الضوء على محتوى فكر بيكاسو ، بينما كانت لوحة « فتيات أفينيون » تتخلق فى ذهنه ؟

يقول الناقد الامريكى ليو شتاينبرج Leo Steinberg **الذى طرح كل هذه التساؤلات ، اننى أعتقد أن الرسومات المذكورة تعنى الكثير . كما أنى مقتنع بأن اللوحة تتضمن ماهو أبعد ، حتى فى جانبها الشكلى ، مما تسمح به عبارة « أول عمل تكعيبى » .**

من المؤكد أن نقطة الضعف الرئيسية لاى تحليل يقتصر على الجانب الشكلى ، هى عدم ملاءمته لغاياته . مثل هذا التحليل ، الذى

يشبه الطرف عـن الكنير ، ينتهى به الامـر بالعجز عن الرؤية الكافية . لانه كما يخيـل لى ، أيا كانت فكرة بيكاسو الاستهلالية ، فانه لم ينصرف عنها ، ولكنه اكتشف وسائل أكثر قدرة على تحقيقها .

مامن لوحة حديثة أخـرى تربطك بهـذه الفورية الوحشية . فالشخوص الخمسـة المصورة ، واحدة تزيح ستارة لتجعلك ترى ، وثانية تندس مـن الخلف ، والثلاث نسـاء الاخريات يحدقن فيك . ان وحدة اللوحة ، التى اشـتهرت بتفككهـا الطرازى الداخلى ، تكمن قبل كل شىء فى وعى المساهد المأخوذ الذى يرى نفسه منظورا .

وللحكم على المســافة التى قطعها المشروع منذ الاستهلال ، علينا أن ندرس التكوين المبكر الذى ظل مجهولا حتى الان (شكل ٣) : نشاهد سبعة شخوص موزعين فى مكان داخلى ، تحد الستائر خلفيته فى العمق والموضوع ، مشهد فى ردهة ماخور ، حيث يهم رجل بالدخول .

لكن توزيع الشخوص ينم عن تأثر بيكاســو بالاسـلوب الباروكى فى توزيع المجموعـات ، ولا يتضح هذا فى طوبوغرافية أرضيـة اللوحـة وحدها ، بل أيضا فى وحدتها كموقف مسرحى . لقد شاهد بيكاسو مثل هذه الاعمال السردية فى بداية حياته فى **متحف البرادو** Prado ، الا أن هناك فارقا هاما بين العمل الباروكى وبين لوحة بيكاســو ، ففى العمـل الاول ، ينظر المشاهد الى العمل من الخارج ، ولكنه ليس هناك .

اما بالنسبة للوحة « فتيات افينيون » ، فهذه القاعدة للفن السردى التقليدى ، تخضع لمبدأ مقابل مضاد للسرد ، فالشخوص المتجاورة لا تتقاسم مساحة مشتركة أو فعلا مشتركا ، ولا يتصل بعضها بالبعض ، كما أنها لاتتلاحم فى عمل واحد ، ولكنها ترتبط مع المشاهد منفردة وعلى نحو مباشر .

ان التفكك المتعمد فيما بين كل منها ، هو الوسيلة لالقاء المسئولية عن وحدة الفعل على



شكل ٢ ــ دراسة لفتيات أفنيون

عاتق الاستجابة الذاتية للمشاهد . أما الحدث ، لحظة الفطس ، الظهور المفاجيء ـ فلا يزال الموضوع ـ ولكنه دائر من خلال تسعين درجة تجاه مشاهد افترض أنه قطب اللوحة العكسي .

ان التحول السريع بين هاتين النظرتين المختلفتين ليس بالشيء الغريب بالنسبة لعام ١٩٠٧ . كما انه ليس بالشيء الفريد بالنسبة لبيكاسو وحده . ذلك لان ترتيب هذه البدائل كان فى الواقع مثار جدل . فقبل ذلك بخمس سنوات وصف المؤرخ الفنى الفيينى **الويس ريجل** Alois Riegl غياب التلاحم النفسي بين الاشخاص المصورين كدليل على ارادة طرازية مميزة . وكان يتحدث عن تصوير مجموعات الشخصيات فى الفن الهولندى التقليدى ـ ويقصد الاعمال الفطرية ، قبل أن يعيده المذهب الطبيعى الدرامى لرمبرانت الى التراث الاوربى الاساسى . وكان تحليله العميق لهذه المدرسة المحلية ـ التى وصفها بأنها أكثر التعبيرات عن العبقرية الهولندية أصالة ـ كان محاولة جريئة لتحرير أسلوب للتصوير ، كان يبدو دائما من وجهة نظر مقاييس التكوين الايطالية نشازا وبدائيا . وقد بين **ريجل** Riegl أن الفن الهولندى ، حتى فى سردياته الدينية التى تنتمى للقرن الخامس عشر ، كبح المواجهة الدرامية التى تعبر عن ارادة ، وتنسيق الفعل ورد الفعل الاستجابى الذى يقر بالقوة الموحدة للحدث . وبدلا من المشاركة الايجابية والسلبية المتدرجة ، جاهد الفن الهولندى ، على عكس ذلك ، لكى يسقط على كل شخص حالة من الانتباه الاقصى ، أى حالة ذهنية تبدد التمييز بين الايجابى والسلبى . ان انكار العلاقة النفسية بين الممثلين ، واستقلالهم المتبادل ، وانفصالهم الرشيق حتى عن أفعالهم ـ وعجزهم عن المشاركة المشتركة فى فضاء موحد ـ كل هذه العوامل « السالبة » قد وثقت من التأثير



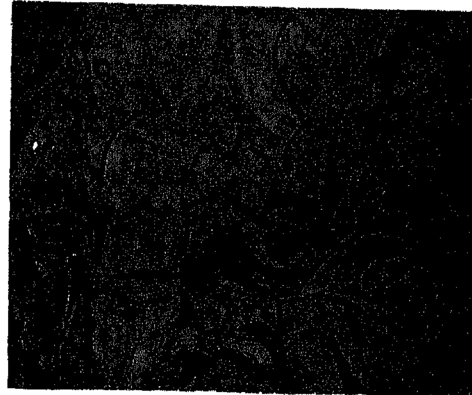
شكل ٣ ـ دراسة لفتيات افنيون

الايجابى لكل شخص مفرد ، على المشــاهد المستجيب ، ووحدة اللوحة ، كانت على حد قول رييجل Riegl ، باطنا لا موضوعيا ، ولكنه تجلى فى تجربة المشاهد الذاتية .



شكل ٤ ــ دراسة لفتيات افنيون

فى الوسع مقارنة نظـرة رييجل Riegl الطليعية لهذا الفن الشمالى الفطرى باعجاب بيكاسو المبكر بالفن الايبيرى والزنجى . كمـا أن تعريف المؤرخ للقيمة الحقيقية لهذا الفن ، والمحصلة عن اضافتها الى الاسلوب السردى ، توازي تحول بيكاسو عن تلك الدراسة المبكرة (شكل٣) الى اللوحة الاخيرة لفتيات أفينيون. لم يكن بيكاسو فى حاجة الى أية معرفة مباشرة بعمل رييجل ، أو باللوحات الهولندية الغامضة التى ناقشها . ولكنه كان يدرك بالفعل التحقق



شكل ٥ ــ دراسة لفتيات افنيون

الاعلى لهذا الحدس الشمالى فى لوحـة ((لاس مينيناس)) Las Meninas لفيلاسكويز ، التى يشير اليها متحف « برادو » بمدريد بلوحـة نحاسية تقول بالبنط العريض « أروع أعمـال التصوير العالمى » .



شكل ٥ أ ــ بحار يلف سيجارة

وكما فعل بيكاسو بعد ثلاثمائة عام ، وجه فيلاسكويز نفسه الى تقاليـد البحر الابيض المتوسط والمنطقة الشمالية . واسـتطاع ، كوريث لتيسيان وفيرونيز ، أن يبتدع عمـلا لايقدم نفسه كشيء منظم داخليا فحسب ، بل أيضا كدعوة الى الوعى التكاملى للمشاهد .



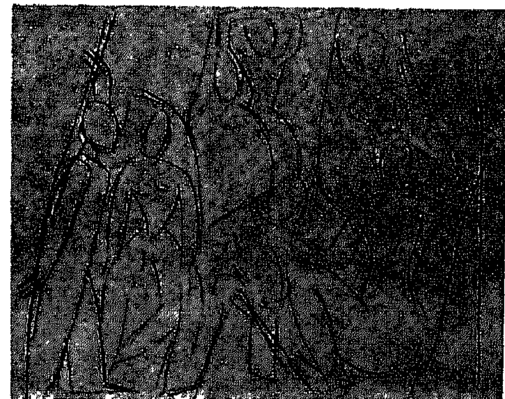
شكل ٦ ــ

ان الشخصيات ، التسع أو العشر أو الاثنتى عشرة فى لوحة Las Meninas تبدو غير منسقة وموزعة ، وهى تتوحد فقط فى اللحظة التى تمتد فيها الى عينى الرائى . أما افتقاد العلاقة الفورية بينها ، فيؤمن اعتمادها المشترك على رؤيته الحانية .



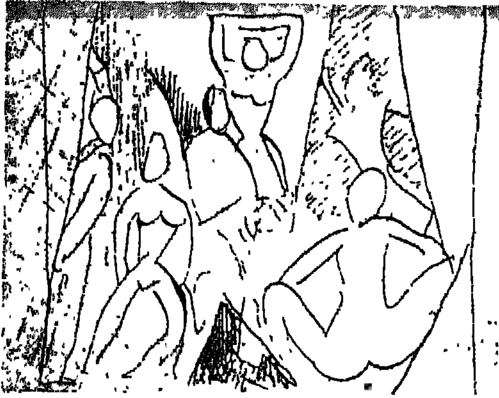
شكل ٧ ـ دراسة لفتيات افنيون

فى لوحة ((**فتيات أفينيون**)) ، كما فى لوحة La Meninas ، ما من شخصيتين تحتفظان بتلك العلاقة أو الرابطة التى تستبعدنا ، والشخصيات الوسطى الثلاث، تواجه المشاهد بمباشرة دافقة . وهى ليست فعالة ، كما أنها ليست سلبية . ولكنها ببساطة يقظة ، مستجيبة لانتباه يقظ من جانبنا . والتحول بعيد عن الفعل السردى والموضوعى بقدر اقترابه من التجربة المتمركزة فى الرائى .



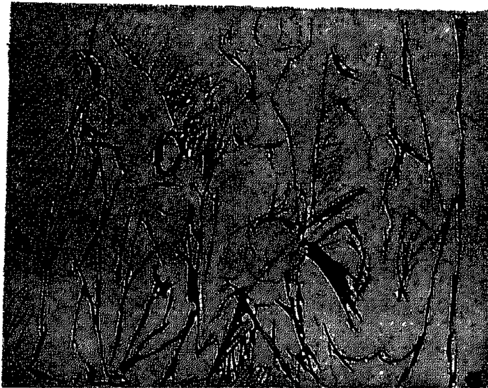
شكل ٨ ـ دراسة لفتيات افنيون

ان هذا العمل اذن ، ليس تجريدا قائما بذاته ، حيث أن المشاهد المنفعل ، عامل ضرورى . وما من تحليل للوحة ((فتيات افينيون)) كبناء تصويرى مكتمل ، يرقى الى اكتمال العمل نفسه . فاللوحة موجة عارمة من العدوان الانثوى ، فاما أن ينفعل بها المرء كعدوان عليه ، والا فليس امامه الا أن يبتعد عنها .



شكل ٩ ـ دراسة لفتيات افنيون

لكن الاعتداء على المشاهد ليس الا نصف الفعل ، لان المشاهد ، كما تتصوره اللوحة من هذا الجانب لسطحها ، يعيد بدوره السداد بنفس العملة .



شكل ١٠ ـ دراسة لفتيات افنيون

ان اللوحة تسيج نفسها على نقطة حادة ، ويشقها من الاسفل مسطح مائدة حاد الزاوية، محمل بعنقود فاكهة على مفرش أبيض. والمائدة تربط بين منهجين مبتورين ، والفراغ فى هذا الجانب من اللوحة يتحد مع المشهد المصور . وفى وســع اى شخص أن يلمس أن الصحبة تجمع بين النساء . اننا أيضا ندخل فى نطاق العمل ، مثل العميل الجالس على مسافة ذراع واحدة من طبق الفاكهة ــ ســواء مــن حيث الاسترخاء والراحة أو الاحساس برد الفعل . ويمكن تشبيه هذه الحالة ، بالاختلاف بــين التصنت على جماعة يبلغ بها الانغماس حد عدم الملاحظة ، أو دخول الردهة ، مثــل الرجــل الذى كن فى انتظاره . ان حضورنا يتم خارج المجموعة ، بينما يلعب سطح المائــدة المدبب دور نقطة الارتكاز لارجوحة توازن ، فاللوحة تنهض امامنا ، لاننا نهبط بغايتنا الى اسفل .


شكل ١١ ــ دراسة لفتيات أفنيون


شكل ١٢ ــ دراسة لفتيات أفنيون


شكل ١٣ ــ دراسة مائية لفتيات أفنيون

ان أفضل تعليق على عمل لبيكاسو القول بانه بيكاسو آخر . فالفنان يميل الى أن يكرر ويتكهن بابتكاراته ، لذا تتحول عادة أكثر هذه الابتكارات غموضا الى سياق أشد بساطة .

وهو مايجعل اسكتشا تخطيطيا له علاقة واضحة « بفتيات أفينيون » ، يفسر نوع الرابطة فيما بين الفراغات ، المقترحة فى العمل (شكل ١٤) . يبين هذا الاسكتش اربعة بحارة فى ملهى ليلى ضيق يشاهدون راقصتين . وقد صور الفنان الرجال الاربعة من زاوية خلفية ، فى قطع نصفى مكبر Close-up . وفى وسعك أن تحيط ببنيان لوحة « فتيات أفينيون » بتخيل وجود كاميرا تتحرك فى الجزء الاوسط من اللوحة الى الداخل .



شكل ١٤ ــ دراسة (١٩٠٧)

اما الدليل على اهتمام بيكاسو الدائب بمثل هذه الاستمرارات ، فشائع فى اعماله المبكرة ، متل لوحته الصغيرة التى ترجع الى عام ١٩٠١، والمعروفــة باسم **((على ســطح السـفينة))** (شكل ١٥) فنظرا الى أن الرقعـة المصـوره التقطت أثناء انحناءة لسفينة شوهدت من بين سفن أخرى ، نصبح نحن ، المشاهدين ، رفاق رحلة على نفس ظهر السفينة . انها خاصية ، من خصائص بيكاســو فى جميع مراحله ، أن يبتكر مواقف ذات أقصى درجة من المجاورة ؛ بحيث يجعل الطفرة مـن نقطـة الادراك الى الشيء المدرك ، قريبة وفيزيقية .

وكما هو الحال بالنسبة « لفتيات أفينيون » تشق لوحة « سطح السفينة » من أسـفل ، حيث يمتد القضيب الاوسط مثـل حربة . فالموضوع ، رابطة ــ أو معبر ــ من خارج هنا الى داخـل جسـم العـرض التصـويرى .

وموضوع لوحه « سـطح السفينة » يجعـل انحراف سطح الارضية غير واضـح . اننـا نشاهد ماسة ترتفع مثل هـرم . والسـطح المصور ، فوق ارتفاع المياه ، أفقى عمودى .. وبعد مرور نصف قرن على هذه اللوحـة ، برسم بيكاسو ظله ، وهو يدلف الى داخـل حجرة ، ليسقط على امرأة ــ انها نفس الفورية غير الحذقة للافقى والعمودى (شكل ١٦) . وفى « فتيات أفينيون » يحافظ على التناقض بين العمق المنتصب بواسـطة حافـة المائدة المدببة الى أعلى . وتعد هذه الاستعارة البصرية للايلاج ، من أكثر الوسائل التى ابتكرها بيكاسو للايحاء بالحضور الفيزيقى للصورة ، شبقا .

فالمائدة لم تكن هناك فى البداية . ومن بين دراسات **((فتيات أفينيون))** المعروفة اسكتش صغير بالقلم الرصاص ، مزدحم بالتعـديلات (شكل ٢) . انه أول أربعة رسومات تسجل



شكل ١٥ ــ على ظهر السفينة (١٩٠١)

مرحله الشخوص السبعة فى التكوين . والارضية ، تبعا لطبيعة التصميم الذى يتبعه النحت الغائر ، لانزال غير محددة ، وكذلك الحال بالنسبة لشغل السطح ــ وهناك مغالاة فى احجام بعض الشخوص لشغل مقدمة اللوحة ، ولم تظهر بعد المائدة الامامية .



شكل ١٦ ــ غرفة نوم

فى (شكل ٣) تتضح جميع المواقع ، وقد خففت المجموعة الوسطى ، وزحف الفراغ الى الداخل على قطر يمتد من اليسار الى اليمين ، ونحدد المقياس المكبر للمشهد المحاط بالستائر . اما النتيجة ، فهى انموذج للتكوين الباروكى ، الامر الذى يجعلنا نتساءل ما الذى جعل الفنان وهو فى هذه المرحلة المتقدمة لفنه ، يتخذ مثل هذه الخطوة المتخلفة . وربما نجد الاجابة على هذا السؤال فى تنقية الفراغ فى أسفل العمل. وهنا ، يتلمس الفنان ، فى مقدمة اللوحة ، قوسا غير واضح تماما أو شبح المائدة التى ستظهر فيما بعد . انه يدخل محورا قائم الزاوية ، كأنه بمثابة عدوان على فراغ اللوحة التى تحتاج الى مواجهة العمق للعمل عليه .

وفى الرسم التالى (شكل ــ ٤ فى حوزة متحف بازل) ، يتأكد هذا القوس الواهن بينما يرتمى توازن حافة المائدة الى فراغنا . ثم يعود الفنان ، كأنه يريد ان يعكس اتجاه المائدة ، فيعيد النظر فى شكلها (شكل ٥) ــ وتصبح حادة الزاوية ، موحيا بنهاية شكل أكبر حجما يصل الى داخل اللوحة من خارج هنا . ولاول مره يربط هلالها المزدهر على نحو قوى بجسم موجود فى الفراغ الحقيقى ــ الامر الذى نقره المرأة جالسة القرفصاء التى تدير رأسها محيية .

لانزال هناك ثلاثة تغييرات اخرى فى المائدة، وقد صممت جميعها للتعجيل بايلاجها : زاويتها غير المنحنية تتدبب بشكل حاد (شكل ٦) : اما المزهريه كاملة الشكل فى سكل ٤ ــ فتتضاءل حجما لتأخذ شكل عمود وتتحرك جانبا لتفسح مكانا لحافة المائدة ، وفى النهاية يتأكد ، فى اللوحه الزيتية ، ظهور طرف المائدة كأنه طعنة فى قلب اللوحة ، وذلك بفضل وجود شريحة البطيخ قرنية الشكل . لكن الانعطاف الحرفى للمائدة المقتحمة يبقى سارى المفعول. وفضلا عن ذلك : يرسل متوازيات عبر نصف اللوحة ــ مبتدئا من أعلى الجزء الأيسر .

لقد درجت على الشعور بالحيرة اراء تفكك اليد الممسكة بالستارة . ان قرب ظهور التكعيبية ، بتقطيعاتها الروتينية ، لاعلاقة له بهذا ، لان عزل اليد كان قد ظهر فعلا فى تخطيطات التكوين الاولية (أشكال ٢و٤و١٣) . لذلك فانفصال هذه اليد ، كملمح احتفظ به الفنان فى دراسات متتابعة ، ثم أكده فى اللوحه الاخيرة ، لابد أن يكون له وظيفة معينة . وهو يؤدى وظيفته بالفعل . فان ظهور اليد المفاجىء

بأعلى جسم المرأة المقابل للستارة ، بدون وجود مايوحى بامتداد الذراع ، قد يكون مبررا اذا كانت حاسية الستارة التى تتسبر لها اليد ، تنساب الى الداخـل ، بعيـدا عن مسـطح اللوحة . والمعتقد أن بيكاسو يريد هنا انسحابة مائلة ، يبررها وجود ذراع ممتدة ومرفوعة بزاوية قدرها ٣٠ درجـة . وبذلك يصبح انفصال الذراع ايحاء بمسافة قصوى .

مرة اخرى ، تؤكد أعمال أخرى لبيكاسو انه لايفكر بالضرورة فى استخدام الستائر فى الجانب الايسر من اللوحة ، للايحاء بالداخل . قارن ، على سبيل المثال ، التخطيط الذى يرجع الى عام ١٩١٨ لداخل تحفه الســتائر (شكل ١٧) أو اللوحة الصغيرة المترفة التى تصور مومسا عارية ممسكة بستارة منفوشة (سكل ١٨) ـ ويتضح من هذه اللوحة العلاقة التى تربطها بالمرأة المطابقة لها فى لوحة « فتيات أفينيون » . وفى اللوحة الاخيرة ، كما فى جميع الدراسات الخاصة بها ، تنسدل الستارة على مقدمة المشهد ، وترتفع من عند القدم اليمنى



شكل ١٧ ـ امراة مضطجعة وبهلوان ومهرج (١٩١٨)



شكل ١٨ ـ عارية ممسكة بستارة منقوشة

للمراة تجاه الذراع اليسرى الفصية فى عمق الفراغ . والغرض من ذلك التعبير عن انحسارة الاجزاء العليا ، وليس ذلك من خلال منظور خطى او هوائى ، أو عن طريق اللون او الحلول الفيزيقية مثل التداخل ، بل من خلال اقناع اللفتة ، وحذف الذراع بين الراس واليد ــ يدرك حدسنا التشريحى وحده قفزة فى الفضاء . واثر ذلك ذو حدين : يتقلص الفضاء الداخلى الى داخل فى شكل خيمة ، بينما يؤكد الشكل المثلثى فى أيسر التصميم ، سطح المائده المندفع كأنه طعنة . كما نشعر أن الوسط السفلى وحافة المائدة العليا اليسرى ، تتآلف فيما بينها فى وحدة قلقة .

هنالك ماهو ابعد من ذلك . ففى منتصف الطريق بين الستارة والمائدة تتخذ العارية ذات المرفق المشرع الى أعلى شكل طعنة مماثلة . فقدماها المتدليتان المثنيتان ، خارج مجال الرؤية ليستا بقدمى امراة جالسة او واقفة او امرأة تقفز .. وهى تجلس فى الواقع فى الرسومات الاربعة الاولى (٢ ــ ٥) منتصبة القامة فى مقعد ذى مسند مرتفع . ولكن هذا المقعد يختفى فى الدراسات الاثنتى عشرة التالية . وتغوص هى الى الوراء بحيث تبدو فى النهاية كجارية من جوارى الحريم . وبذلك تنتهى فى وضع اتكاء ولكن فى منظور عين طائر . وعندئذ تعكس حركتها حركة الستارة : وهى ليست انحناءة عمودية داخل قوس مائل ، وانما هى شكل مسحوب أو شكل قائم الزاوية . الا أن العنصرين ، الستارة والمراة يحددان سطح اللوحة بنفس المشاعر المتضاربة الصارمة . وكلاهما يوازى سطح المائدة المتضارب من خلال ايحاءات الوضع واللفتة وحدها .

ومرة أخرى يحسن فهم شخصية المضطجعة من خلال حالات التوازى . فالوضع نفسه وضع النائمة فى لوحة « منظر من الشاطىء فى دينار » التى رسمها بيكاسو فى عام ١٩١٨ (شكل ١٩) أو وضع المسترخية فى لوحة « العاريات » الباستيل التى رسمها عام ١٩٢٠ (شكل ٢٠) حيث تجد ساقا مثنية على الاخرى وأحد الذراعين فوق الراس . وتعد مثل هذه الشخوص بمثابة مسودة او بروفة لوضع اتكاء مشروع .



شكل ١٩ ــ البحر فى دينار (١٩١٨)

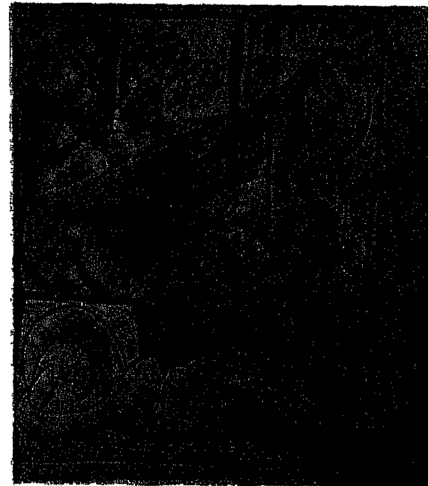
وفكرة جعل الشخوص المضطجعة عمودية لها سوابق . اذ نجدها فى رسم « تيتيوس » لما يكل انجلو حيث يضطجع العملاق الذى ينزل به عقاب بأسفل وهو مقيد الى صخرة . وقد أعاد الفنان على ظهر الصورة رسم الشكل مرة اخرى كمسيح بعث حيا . حتى أن عبد مايكل انجلو المغشى عليه فى متحف اللوفر ، يصبح صورة غير مستقرة ، نظرا الى أن وضعه الخاص بالحلم والنشوة أو الرغبة فى الموت الذى طارد بيكاسو أثناء فترة « فتيات أفينيون » ، عمودى فى حقيقته المادية فقط وليس فى خضوعه الفيزيقى .

وفى عام ١٩٣٢ انتج بيكاسو نفسه سلسلة من الرسومات تصبح فيها شخصية المراة المضطجعة متخيلة .. واضحة . اذ تصور



شكل ٢٠ ـ عــرايا (١٩٢٠)

الرسومات « مارى تيريز » عند حامل للرسم ، حيث تولد موديله وعشيقته صورتها . ولكن الشكل النائم تحت قدميها يبدو عموديا على لوحتها (شكل ٢١) . ولابد أن فكرة العارية المضطجعة فى وضع عمودى كانت موضع نقاش خلال العام الذى رسـم فيه بيكاســو لوحته



شكل ٢١ ـ عاريــة

« فتيات أفينيون » نظرا الى أنها تظهر فى عمل من أعمال الخزف لماتيس يرجع الى عام ١٩٠٧ (شكل ٢٢) .



شكل ٢٢ ـ ماتيس ـ راقصة (سيراميك)

ولكن اهتمام بيكاسو فى تلك السنوات لم يكن ، على غرار اهتمام **ماتيس** أو **مارى تيريز** أو **مايكل أنجلو** ، منصبا على تصوير مضطجعة تشكل مع سطح اللوحة زاويــة قدرهــا ٩٠ درجة ، مثل يد تتحرك فوق ساعة حائط من الساعة التاسعة الى الســاعة الثانية عشرة ظهرا . ويجسد بيكاسو من خلال الانحناء تجاه ثقل الرافعة الراديكالى ، شدة تراجع الظهــر

العمودى الى السطح ـ كما يفعل فى لوحة زيتية صغيرة ترجع الى عام ١٩٠٨ ، « عارية نائمة واشخاص » (شكل ٢٣) .



شكل ٢٣ ـ مضطجعة وثلاثة شخوص

والموضوع الاساسى هو تصوير عارية مضطجعة ، ساقاها ممددتان ، وبالرغم من ذلك يبدو شكلهما عموديا تقريبا على سطح اللوحة . وليعمق التنافر ، احاطها بيكاسو بثلاثة شخوص قائمة حتى يهتز وضعها العمودى المفترض ، فى مواجهة اوضاع الشخوص الثلاثة الاقرب الى الطبيعة . وحيث أنها لم تصور فى شكل مستقيم ستظل كما لو كانت معزولة فى كبسولتها الفضائيه الهزازة .. اقتراب بدون التحام . ووضع الرأس النانىء الذى لايزال يتخذ نطاقا لم يتضاءل فى المجال ، يجعل الرائى يبذل جهدا اكبر ، اذ يتعين على المرء أن يدفع بروافع فكرية ليحتفظ بالمرأة المضطجعة راقدة .

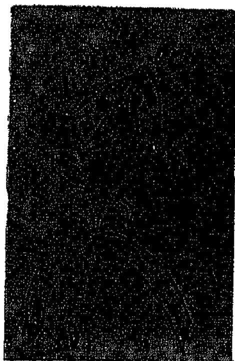
• • •

بعد ذلك ، ننتقل الى لوحة ((**الجنية**)) ذات الحجم الطبيعى التى رسمها بيكاسو عام ١٩٠٨ (شكل ٢٤) ، ولا يكفى أن نظل نؤكد لانفسنا أن هذه الماكينة الفظيعة ، التى تسحبنا الى دغلها ، تمثل خطوة نحو التكعيبية التحليلية ، ذلك أنها كانت تعنى ماهو أبعد من ذلك بالنسبة لبيكاسو .



شكل ٢٤ ـ الجنية (١٩٠٨)

ويفسر جانبا من معناها رسم معين باسم « شخصية نسائية » (زيرفوس) يرجع الى أواخر عام ١٩٠٥ (شكل ٢٥) ـ وهو رسم تافه وبورنوجرافى ، ومخيف الى حد ما فى نفس الوقت ـ انه فانتازيا جهاز المرأة التناسلى المشقوق كقوس مفتوح ، أما مفتاح العقدة ففى مكانه حيث كتبت عبارة « من



شكل ٢٥ ـ شخصية نسائية (١٩٠٥)

فضلك » . الوضع واللفتة دلالة على الدعـوة والتوسل ـ هنا كما فى لوحة ((**الجنية**)) . لكن هذا لا يمثل الا نصف الدلالة ، لأن « الجنية » تشى بتغير سوداوى فى المزاج من اليسار الى اليمين ، من الترحيب الى التهديد . فاحدى اليدين ما زالت تشير بالدعوة ، ولكن الذراع اليسرى المثنية الى أسـفل تضـم قبضـتها كهراوة . وموقف هذا الشكل متوعد للفانة ، كما أن التناقض الوجدانى الذى يعرضه يثير الاضطراب والانـزعاج ، حتى اننى أعتقد انه ليس من قبيل التجديف تذكر التحول المماثل من النعمة الى النقمـة على يدى المســـيح فى المحاكمة الاخيرة .

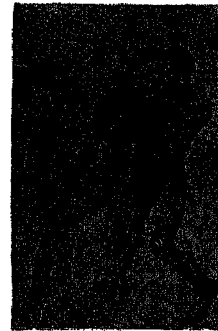
انها صدمة من نوع مختلف ، ان ندرك من خلال الرسم التحضيرى (شكل ٢٦) أن لوحة ((**الجنية**)) ، قد تم تصورها وبلورتها تماما ، كعاهرة مسترخية ، ركبتاها متباعدتان ، على مقعد طوبل . فاللوحة حينئذ انتقال دقيق ، حتى بالنسبة لخطوط المقعد ذى المسندين التى



شكل ٢٦ ـ الجنية

أعيد تفسيرها ، كنباتات خضراء ... الماخور مرتدا الى دغل . ويصبح المسقط الرأسى تجاه المشاهد لما لا يزال يمثل وضع اضطجاع ، بمثابة الكشف عن القوة .

تحمل المضطجعة المتهيجة فى لوحة ((**فتيات أفينيون**)) شحنة شبقية مماثلة . فهى فى الرسومات (وخاصة فى شكلى ٩ و ١١) ترقد الى الخلف ، مستثارة جنسيا ، ... « كامرأة أفقية » كما يحلو للفرنسيين أن يسموا عاهراتهم . وهى تتخذ وضعا مماثلا لوضع المرأة فى لوحة « رجل وامرأة » التى ترجع الى عام ١٩٠٥ (شكل رقم ٢٧) . وبمواجهة عميلها ، تصبح المقابل الامامى ، لجالسة القرفصاء التى لا تشعر بالخجل فى الجانب الايمن . الا أن نزقها وظهورها المفاجىء ــ فى الرسومات الاخيرة ، وخاصة فى اللوحة الزيتية ــ يستمدان من الشحنة السرية لوضعها الاصلى ، وهى وضع الامتداد المسترخى ، على نحو الوضع الذى لا يتحقق الا بالطفو أو الطيران أو الرقاد ، حيث لا يبذل اى جهد فى سبيل الاحتفاظ بالاستقرار . وبالتخلص من قوة الجاذبية ، تصل مثل القذيفة .



شكل ٢٧ ــ رجل وامرأة عاريان

هل تحقق هذا ؟ هل لا يزال الشكل الموجود فى اللوحة الزيتية يبدو فى وضع اضطجاع ؟ هنالك اجابتان محتملتان . فان مجرد انقضاء فترة طويلة دون ملاحظة اضطجاعها قد يكون دليلا على الفشل . ومن ناحية أخرى ، ربما يكون فشلها هفوة من جانبنا نحن ، وهى هفوة قصيرة الاجل . فنحن نميل الى الادراك وفقا لبرمجتنا . وقد دربنا أعيننا طوال الثلاثين عاما الماضية على نسب « فتيات أفينيون » الى التكعيبية . وربما يعودنا موقف أكثر تركيزا على رؤية « المشكلات العارية » لبيكاسو كشخوص انسانية مرة أخرى . وعندئذ سيبدأ هذا الشكل بعينه يتأكد على مسطح اللوحة مثل « سرير مسحور » يرتطم بحائط ، وبذلك يتحقق نجاح هدف الفنان .

يمثل جانب كبير من الاضطراب فى النصف الايسر من اللوحه ، ثورة بيكاسو على سطح اللوحة الصلب . ان ما يبتغيه هو احداث ضربات متوترة . وانسدال الستارة يثبت عن طريق المرأة التى تمسك بطرفها العلوى . وشكلها الجانبى الصارم ينتهى عند مضجعه منهيجة تمثل توأما لعارية عمودية ، تتجاوز بدورها مجال المائدة المتطلع الى الدخول . ان رؤيتنا تتصاعد داخليا وخارجيا . ضغط متنوع ، مثل ابحار قارب فى أعالى البحار ، أو نظير للطاقة الجنسية .

تشبيهات اباحية . ان التأثير الصريح للمضطجعة المنتصبة فى ركنها الضيق ، انما يهدف الى تأمين استقلالها الفراغى فى مجال من التفككات ، ضيق النطاق . وتثبت الرسومات أن هذه الخاصية للتفكك ، ليست أثرا جانبيا ، ولكنها برنامج تعمل اللوحة على اثماره .

فى الشكل رقم ٢ المشار اليه فيما قبل ، تجتمع جميع الشخوص السبعة فى فراغ مشترك . الا أنه فى الرسمين التاليين ، تبدو ظلال الشخوص الاربعة المنسحبة ــ وهى ثلاث سيدات ورجل عند المائدة ــ عن طريق فواصل من ستارة تستخدم كوسيلة للبروزة . اما الشخوص الثلاثة الاخرى فتبدو متباعدة بطريقة أكثر دهاء : الرجل فى اليسار باتخاذه

وضعا ووظيفة هامشـــيتين ، والجالســة القرفصـــاء ، فى اليمين بتوجههــا الفــريد ، والجالسة فى مقعد عال . ويبدو كما لو كان بيكاسو ، حتى فى هذه المراحـل المبكرة ، قد سعى الى وضع شخوصه فى حظائر فضـائية معرضة للانعزال . وفى اللوحة الزيتية ، اكتمل اخيرا عزل كل شخص عن باقى الشخوص . ولم تعد توجد اية روابط فراغية . واصبحت الفراغات الداخلية المحشورة ، مجالات للطرد المغناطيسي أو بمعنى آخر مجالات للتخثر . الا أن الفواصل الوطيدة الشهيرة فى « فتيات افينيون » ، جزء من التصور الاكبر ، اذ تؤكد الاستقلال المطلوب بالفعل للشـــخوص . وما اعجوبة العمل النهائى ، الا ذلك التماســـك المفروض على عناصر محملة باقصى قـــدر من الفطرة .

كان بيكاسو قد وضع ، أصلا ، بحارا فى وسط تكوين « **فتيات افينيون** » وفى الرسومات الثلاثة الاولية (أشكال ٢ و ٣ و ٤) نجده يقف فى وداعه خلف مائدته ، اما الشيء الذى نشاهده امامــه ، فواضح انه « بـــورون » Porron والبورون — وهو قنينة معروفة فى اسـبانيا تستخدم فى احتساء النبيذ بصبه داخل حلق المرء على غرار اوانى الماء الفخارية المستخدمة فى بعض البلدان العربية — يتميـز بصـنبور منتصب . وقد بدأ فى الآونة الاخيرة يحرّض بيكاسو . ففى اثناء اقامته فى جوسول Gosol فى منطقة جبال البرانس الاسبانية ، فى نهاية فصل الصيف للعام السابق ، رسم بيكاســو هذه القنينة فى ثلاث لوحات طبيعية صامتة . ولكنه اسـتخدمها ايضــا بفاعليــة فى تكوينين يرجعــان الى عـــام ١٩٠٦ . وفى أول هــذين التكوينين ويحمل اسم « الحريم » (شكل ٢٨) ليس المقصود ، بالتأكيد ، من الرجل أن يكون خصيا نظرا الى أن الخصيان لا يجلسون عراة . انه يسترخى كرجل مكتمل الفحـولة فخـور ويعبر عن ارادته المعتلة من خــلال جاذبيته « بورونه » .



شكل ٢٨ — الحريم

والبورون ، كبديل جنسى ، يتردد فى عمل آخر لبيكاسو خلال موسم « جوسول » نفسه — وهو عمل من أعمال الجواش يعرف باسم « ثلاث عاريات » (شكل ٢٩) . وهذا العمل دراسة رصينة للوحة كبـيرة تحمل ملاحظات كتبت بيد بيكاســو . لكن هــذا المشروع لم يتحقق ، ربما لأن بيكاسو لم يستطع فى هــذه اللحظة الخصبة أن يعمل بسرعة كافية تواكب خياله ، ربما كانت فكرة العاريات الثلاث ، قد تغلب عليها مشروع فتيات افينيون الذى كان قد ثار فى ذهنه بالفعل .



شكل ٢٩ — ثلاث عرايا

ويصور رسوم الجواش عارية واقفة ، وقد سحبت يدها اليمنى الى الخلف ، فى اللفتة النرجسية التى كان آخر استخدام لها فى لوحة « امرأتان » . وهناك عارية اخرى تجلس فى تكاسل مائلة الى الوراء على حافة فراش وهى تدخن سيجارة . وكل من المرأتين تحدق بتعاطف فى الشاب الجالس عند أقدامها ، وهو صبى رقيق يجلس على ركبتيه فى حالة انتصاب . وتقول ملحوظة بيكاسو « انه يمسك بورون » ، والتطابق المرئى بين صنبور البورون وعضو تناسله ، له شهرة لم تعرفها اعمال بيكاسو المكتملة التى تنتمى الى هذه الحقبة .

ان **خاصية الذكورة** فى البورون التى لا يخطئها احد فى عملين يسبقان « فتيات أفينيون » مباشرة ، ترسخ معناها فى الدراسات الاولية لفتيات أفينيون فهى تحتل المركز الحيوى فى التصميم : على المائدة ، وفى مواجهة البحار ، ومعالجة الفنان .

وفيما عدا ذلك يظل البحار مبهما . . . وهو يشارك فى الدراسات الاولية (شكل ٢) اهتمام الجميع بالوافد الجديد ، رغم أن وضعه بكتفيه المستديرين وبيديه المتدليتين تحت المائدة ، يبدو رزينا بشكل غريب . وهو الرجل الموجود بالداخل ، ومع ذلك فهو داخل هذه الجوقة من العاهرات المسترجلات الخمس . وتميزه الوحيد الذى حوفظ عليه فى شكلى ٣ و ٤ ، يتركز فى شخصيته المخنثة . وبذلك تبدو آثار الشخصية الجنسية التقليدية معكوسة .

ويزداد تقهقره فى الرسم الرابع (شكل ٥) حيث يلف لنفسه سيجارة ، وفى دراستين بقيتا على قيد الحياة، احداهما لرأسه والاخرى رسم نصفى له ، يظهر هذا البحار فى صورة رجل رقيق خجول ، يعلو شفته العليا زغب ناعم ، الامر الذى لايتفق وتجسيد الرذيلة ، والارجح انه مبتدىء خجول يلج لاول مرة عالم ممارسة الجنس .

وهو فى الثلاثة عشر رسما التالية ، يظل وجودا طيفيا ، اذ لا يخلع عليه بيكاسو اى فكر .

واخيرا فى الشكلين رقمي ١١ و ١٢ ـ وهما الرسمان اللذان ترفع فيهما المضطجعة مرفقا نائما ـ يتخذ البحار الجالس وضعا واضحا ، حيث يستند بذراعه الى المائدة . ولكنه يختفى بعد ذلك مباشرة فى الدراسة المائية (شكل ١٣) الموجودة فى حوزة متحف فيلادلفيا .

ولا مجال للشك فى أن البحار كان ذا معنى بالنسبة لبيكاسو . ولكن المعنى أخذ يختفى مع اختفاء شكله . وينبغى استخلاص تفسير من التضاد الذى قدمه بيكاسو بين الرجلين فى اللوحة ـ احدهما فى الداخل ذو مزاج مخنث تغمره الانثوية ، بينما الآخر نصفه فى الداخل والنصف الآخر فى الخارج ، يقف عند الفاصل، متقلبا فى تحولاته وأوصافه القلقة ، وتغير الجنس النهائى .

* * *

حياة بيكاسو فى سطور

ـ ١٨٨١ ولد بابلو بيكاســو فى يـوم ٢٥اكتوبر فى ملفه (الاندلس) ، أبوه خوزيه رويز بلاسكو وامه ماريا بيكاسو لوبيــز . لا يــزال المسكن الذى ولد فيه قائما حتى الآن . كان أبوه مدرساً للرسم بمدرسة الفنون الجميلةوالحرف « سان تيلمو » ، وامين المتحف المحلى انجب والداه ، بعد ذلك ، اختين « لولا » فى عام١٨٨٤ ، وكونشيتا فى عام ١٨٨٧ .

ـ ١٨٩١ انتقلت العائلة فى شــهر سبتمبر الى جاليس Galice فى « لاكورونى » حيث قام الاب بتدريس الرسم فى معهد « دا جواردا » Da Guarda . وفاة الاخت كونشــيتا . تجلت مواهب الابن الخارقة . بهجر الاب دونخوزيه التصــوير ، ويهــدى باليتــه والوانه وفرشاته لابنه اليافع بابلو .

ـ ١٨٩٥ بعد قضاء فترة فى مدريد خــلال شهر سبتمبر حيــث يزور متحف البرادو ، وبعد قضاء عطلة الصيف فى ملقه ، تنتقل اسرةبيكاسو الى برشلونه ، حيث يعين خــوزيه استاذا بمدرسة الفنون الجميلــة « لا لونجا » La Lonja . يتم بيكاســو فى يوم واحــد العمل الذى يتطلبه اختبار القبول فى المدرسة ،والذى كان يحدد له مدة شهر كامل .

ـ ١٨٩٧ قضاء الصــيف فى ملقه . يعــودبابلو خلال الخريف الى مدريد حيث يقبل ايضا بسهولة فى الاكاديمية الملكية لســان فرناندو ،والتى لم ينتظم فيها .

ـ ١٨٩٨ يدركه المرض والارهاق ، يعــودالى برشلونه فى الصيف ، ويسافر لقضاء عدة أشهر بين الفلاحين فى « هورتا دى ابرو » لدى صديقه « بيلاريس » . ويقول بيكاسو « ان كل معارفى ، حصلت عليها فى قرية بيلاريس .

ـ ١٨٩٩ الربيع . العودة الى برشــلونه . التردد على كاباريه « القطط الاربع » حيــث يلتقى بشباب المثقفين والفنانين فى المدينة .

ـ ١٩٠٠ اكتوبر . أول رحلة الى باريس فى صــحبة صــــديقه كاساجيماس . يقيــم فى مونمارتر فى محترف « نونيل » ، ٤٩ شــارع جابرييل . العودة الى برشلونه فى نهاية شهر ديسمبر .

ـ ١٩٠١ يقضى شهر يناير فى ملقه ثم يتوجهالى مدريد حيث ينشىء مع فرانشســكو دى أسيس ســولير مجلة Arte Joven ، التى يعكف على اعداد الرسومات لها . بعد قضاء فترة قصيرة فى برشلونة ، يقوم بالرحلة الثانيةالى باريس فى صحبة خاييم اندرو بونسونز . يقيم لــدى مانوش ، ١٣٠ مكرر ٣ ، طــريق كليشى . يعقد صداقة مع ماكس جاكــوب . يعود الى برشلونة فى نهاية العام .

ـ ١٩٠٢ اكتوبر . الرحلة الثالثة الى باريس فى صحبة سباستيان خونير . يقيم فى فنــدق مراكش ، شارع السين ، ثم فى فندق « ديزيكول » شارع شامبليون ، وفى النهاية يقتسم مــع ماكس جاكوب غــرفة واحدة فى طــريق فولتير .

ــ ۱۹۰۳ يعود الى برشلونة فى بداية العام .

ــ ١٩٠٤ ابريل . يعود بيكاسو الى باريس للمرة الرابعة حيث يقيم بصفة نهائية . يشغل حتى عام ١٩٠٩ محترف باكو دوريو ، ١٣ شارع رافينيان ، فى الباتور لافوار الشهير ، حيث يقيم أيضا اندريه سالمون وفان دونجن والذى يصبح بعد ذلك ملتقى الشعراء .

ــ ١٩٠٥ يلتقى بجوييوم أبولينير . يتخذ من فرناند اوليفييه رفيقة له . يقضى الصيف فى « سشورل » بهولنده ، حيث يستضيفه صديقه توم سشيلبروت .

ــ ١٩٠٦ يلتقى بهنرى ماتيس لدى جيرترودوليو شتاين . يقضى الصيف فى جوسول ، فى اسبانيا ، فى رفقة فرناند اوليفييه .

ــ ١٩٠٧ فتيات افينيون . يلتقى بكاهنويلر ، الذى يفتتح جاليرى ، فى ٢٨ شارع فينيون ، ويلتقى ايضا بجورج براك .

ــ ١٩٠٨ يقضى الصيف فى لا رى ــ دى ــ بوا La Rue-des-Bois قرية صغيرة قريبة من « كريتيل » . ينظم داخل محترفه الحفل الشهير لتكريم دوانييه روسو .

ــ ١٩٠٩ يقضى جانبا كبيرا من الصيف فى هورتا دى ابرو ، حيث يلتقى مرة اخرى بصديقه بيلاريس . وينتقل على اثر عودته الى ١١ طريق كليشى .

ــ ١٩١٠ يقضى الصيف فى « كاداك » بأسبانيا ، لدى عائلة بيشو فى رفقة فرناند اوليفييه وديران .

ــ ١٩١١ اول عطلة صيفية فى « سيريه » (البرانس ــ الشرقية) حيث يقيم مانولو ، فى صحبة فرناند اوليفييه وبراك .

ــ ١٩١٢ يقيم فى البداية فى « افينيون » مع صديقته الجديدة مارسيل همبرت (ايفا) ، ثم فى « سيريه » قبل أن ينتقل الى « سورج » (فوكلوس) فى نفس الوقت مع براك . ينتقل لدى عودته من مسكنه فى طريق كليشى الى الضفة اليسرى حيث يقيم فى ٢٤٢ طريق راسبيل .

ــ ١٩١٣ يقضى الصيف فى « سيريه » مع براك وجوان جرى . وفاة والده فى برشلونة . ينتقل من مسكنه فى طريق راسبيل الى ٥ شارع شولشيه .

ــ ١٩١٤ يظل فى افينيون مع براك وديران حتى تندلع شراة الحرب . يعود الى باريس فى شهر نوفمبر .

ــ ١٩١٦ وفاة ايفا . ينتقل الى مونروج ٢٢ ، شارع فيكتور هيجو .

ــ ١٩١٧ فبراير . الرحلة الى روما مع جان كوكتو لاعداد تصميمات ملابس ومناظر باليه « الاستعراض » لفرقة الباليه الروسى (سيرج دياجيليف) ، وموسيقى « ساتى » ، والذى قدم فى ١٧ مايو على مسرح « شساتيليه » . يزور نابلى وبومبى . يقع فى غرام اولجا كوكلوفا ،

الراقصة بالباليه الروسى ، ويصاحب الفرقة فى رحلة الى اسبانيا ، حيث يزور برشلونة ومدريد .

ــ ١٩١٨ يتزوج من اولجا كوكلوفا ويقيم فى ٢٣ شارع « لابيوتى » . يقضى بعض الوقت فى برشلونة وبياريتس .

ــ ١٩١٩ يقوم برحلة الى لندن مع الباليه الروسى ، لاعداد تصميمات باليه « القبعة مثلثة الاركان » ، يقضى العطلة فى سان ــ رافائيل . يلتقى بجوان ميرو .

ــ ١٩٢٠ يقضى الصيف فى « دينار » .

ــ ١٩٢٣ يقضى الصيف فى كاب دانتيب ، حيث تلحق به أمه .

ــ ١٩٢٤ يقضى العطلة فى جوان ــ لى ــ بان .

ــ ١٩٢٥ يقضى الربيع فى مونت كارلو حيث يرسم لوحة « الرقص » ، ويقضى الصيف فى جوان لى ــ بان .

ــ ١٩٢٦ يقضى الصيف فى جوان ــ لى ــ بان .

ــ ١٩٢٧ يقضى العطلة فى كان .

ــ ١٩٢٨ يقضى العطلة فى دينار حيث يعود فى السنة المقبلة .

ــ ١٩٣٠ يشترى شاتو دى بوا جيلوب ، بالقرب من جيسو (الاور) ، حيث يتوفر له محترفات رحبة للنحت . يقضى الصيف فى جوان ــ لى ــ بان ، حيث يعود فى العام المقبل .

ــ ١٩٣٢ معرض شامل ضخم فى باريس (جاليرى جورج بيتى) وفى زيورخ (كونستهاوس) . يلتقى بمارى تيريز فولتر .

ــ ١٩٣٣ رحلة الى كان والى برشلونة .

ــ ١٩٣٤ رحلة طويلة الى اسبانيا . رحلة الى كان . مشاكل زوجية وقطع العلاقة مع اولجا كوكلوفا .

ــ ١٩٣٥ تعقيدات واستحالة الطلاق . يكتب قصائد شعرية ، ويحفر سلسلة المينوطور . مولد ابنته مايا .

ــ ١٩٣٦ العطلة فى جوان لى بان ، ثم فى موجان فى رفقة دورا مار . معرض متجول فى اسبانيا . تندلع شرارة الحرب الأهلية فى شهر يوليو . يعين بيكاسو مديرا لمتحف برادو . يشترى مسكنا فى تريمبلاى ، يقيم فيه ، خلال فترات متقطعة حتى ١٩٣٩ .

ـ ١٩٣٧ يستأجر محترفا ضخما ، ٧ شارع جران ـ اوجستان ، حيث يرسم لوحة « جورنيكا » ، التى عرضت فى الجناح الاسبانى فى معرض باريس الدولى . يقضى الصيف فى « موجان » . وفى الخريف يقوم برحلة قصيرة الى سويسرا حيث يزور بول كلى .

ـ ١٩٣٨ يقيم فى موجان ، ثم فى تريمبلاى .

ـ ١٩٣٩ معرض شامل ضخم فى متحف الفن الحديث فى نيويورك . وفاة امه . تفاجئه الحرب فى انتيب حيث يرسم لوحة « الصيد فى الليل » . يعتكف طوال عام فى رويان .

ـ ١٩٤٠ سبتمبر . العودة الى باريس التى لا يتركها طوال سنوات الاحتلال .

ـ ١٩٤١ يكتب مسرحية صغيرة ساخرة باسم « الرغبة مشدودة من ذيلها » تنشر فى عام ١٩٤٣ و تعرض فى ١٩ مارس ١٩٤٤ فى مسكن ليرى ، ويشترك فى اداء ادوارها فنانون وكتاب ، من بينهم سارتر وكامو .

ـ ١٩٤٤ بعد تحرير باريس فى ٢٥ اغسطس ، يعلن انضمامه الى الحزب الشيوعى الفرنسى . يخصص جناح لاعماله فى معرض صالون الخريف تكريما له .

ـ ١٩٤٥ معرض فى لندن (بالاشتراك مع ماتيس) وفى بروكسل . يقضى الصيف فى جولف ـ جوان وفى منيرب . فى شهر نوفمبر ، بداية نشاط مكثف فى فن الحفر فى محترف مورلو .

ـ ١٩٤٦ يقضى جانبا كبيرا من العام فى الكوت دازو برفقة فرانسواز جيلو التى انجب منها طفلين ، كلود فى عام ١٩٤٧ ، وبالوما فى عام ١٩٤٩ . يضع امين متحف انتيب تحت تصرفه قصر جريمالدى ، حيث يعمل اكثر من اربعة اشهر ، ثم يترك فى مخازن القصر مجموعة « انتيبوليس » التى نفذها خلال هذه الفترة .

ـ ١٩٤٧ رحلة الى جولف ـ جوان . يبدأ فى فالورى نشاطه كخزاف فى مصنع مادورا ، لدى اسرة رامى .

ـ ١٩٤٨ اغسطس . رحلة الى بولندا للاشتراك فى المجلس العالمى للسلام . اكتوبر . ينتقل الى فالورى ، فى فيلا « لا جواز » الصغيرة .

ـ ١٩٤٩ معرض لاعمال الخزف فى « بيت الفكر الفرنسى » فى باريس .

ـ ١٩٥٠ رحلة الى انجلترا للاشتراك فى المجلس العالمى للسلام .

ـ ١٩٥١ رحلة الى ايطاليا للاشتراك فى المجلس العالمى للسلام .

ـ ١٩٥٢ ينفذ تكوينين ضخمين : الحرب والسلام ، اللذين ينتقلان بعد ذلك الى كنيسة صغيرة فى فالورى .

ـ ١٩٥٣ معارض شاملة فى ليون وميلانو وساو باولو . انفصال فرانسواز جيلو وبيكاسو .

ـ ١٩٥٤ يقضى عطلة الصيف فى البرانس ـالشرقية . تصبح جاكلين روك رفيقته ، وبعد وفاة اولجا (١٩٥٥) ، يتخذ منها زوجـــة(فبــراير ١٩٥٨) . ينتقــل الى بــاريس فى الشتاء حيث يقوم بتنفيذ مجموعة من خمسةعشر تنويعا على لوحة « نســـاء جزائريات » لديلاكروا .

ـ ١٩٥٥ ينتقل الى فيلا « لاكاليفورنى » فى كان . معارض شاملة هامة فى باريس .

ـ ١٥٩٧ يقوم بتنفيذ مجموعة من التنويعاتعلى لوحة Las Meninas لفيلا ســكويز . معرض شامل ضخم لاعماله فى نيويورك .

ـ ١٩٥٨ فبراير . ينفذ تكوينـــا حائطيـــا ضخما لمقر اليونسكو الجديد فى باريس .

ـ ١٩٦٠ معرض شامل هام فى لندن .

ـ ١٩٦١ ينتقل الى ماس نوتر ـ دام ـ دى ـ فى موجان . ينفذ سلسلة من الرسومات واللوحات مستوحاة من « الغذاء على العشب »لمانيه .

ـ ١٩٦٢ معرض شامل هام فى نيويورك .

ـ ١٩٦٤ معارض شاملة ضخمة فى كندا وفى اليابان .

ـ ١٩٦٦ معـــارض واحتفالات فى جميـــعانحاء العالم بمناسبة عيده ميـــلاده الخامس والثمانين .

ـ ١٩٧١ معـــارض واحتفـــالات ومقـــالاتنقدية وكتب ، بمناسبة الاحتفال بعيد ميلاده التسعين .

ـ ١٩٧٣ ٨ ابريل وفاة الفنان العظيم .



« المعارض »

١٩٠١ باريس ، جاليرى امبرواز ڤولار .
١٩١٣ ميونيخ ، جاليرى تانهاوزر الحديث .
١٩٢٠ باريس ، جاليرى پول روزنبرج .
١٩٢١ لندن ، ليستر جاليريز .
١٩٢٢ ميونيخ ، جاليري تانهاوزر الحديث .
١٩٢٤ باريس ، جاليرى پول روزنبرج .
١٩٢٦ باريس ، جاليرى پول روزنبرج .
١٩٣٠ شيكاجو ، آرتس كلوب .
١٩٣٢ باريس جاليرى جورج بيتى .
زيورخ ، كونستهاوس .
١٩٣٩ الى ١٩٤٠ نيويورك ، متحف الفن الحديث وشيكاجو ، معهد الفن .
١٩٤٤ باريس ، صالون الخريف .
١٩٤٩ باريس ، بيت الفكر الفرنسي .
١٩٥٣ ليــون ، متحف الفنون الجميلة .
روما ، المتحف الوطني للفن الحديث .
ميلانو ، بلاتسو ريالى .
١٩٥٤ سان پاولو ، متحف الفن الحديث .
باريس ، بيت الفكر الفرنسي .
١٩٥٥ باريس ، منتحف الفنون الزخرفية .
ميونيخ ، هاوس دير كونست .
١٩٥٦ كولونيا ، متحف الراين وهامبورج ، كونستهول .
١٩٥٧ نيويورك ، متحف الفن الحديث ، شيكاجــو ، معهد الفن .
١٩٥٨ فيلادلفيا ، متحف الفن .
١٩٥٩ مارسيليا ، متحف كانتينى .
باريس ، جاليرى لوى ليرى .
١٩٦٠ لندن ، متحف التيت .
١٩٦١ لوس انجلوس ، متحف الفن بجامعة كاليفورنيا .
١٩٦٢ نيويورك ، بيكاسو ، تحية امريكية .
باريس ، جاليرى لوى ليرى .
١٩٦٣ لوسرن ، جاليرى روزنجارت .
١٩٦٤ مونتريال ، متحف الفنون الجميلة ، وتورونتو ،متحف الفن .
طوكيو ، وكيوتو وناجويا .
١٩٦٥ تولوز ، متحف اوجستين ، بيكاسو والمسرح .

عرض الكتب



سفر التكوين كأسطورة

عرض وتحليل : الدكتور محمد الجوهري

مقدمة : الاتجاهات البنائية فى دراسة الأدب الشعبى :

هذا الكتاب محاوله لتطبيق منهج التحليل البنائى (كما هو معروف عند **ليفى ستروس**) على بعض قصص الكتاب المقدس . ولما كانت النظرة البنائية تمثل المنطلق الأساسى لمؤلف الكتاب ، والخلفية العامة لكل ما يطرحه فى كتابه من قضايا ، فقد يكون من الافضل ان نبدأ باشارة سريعة الى أبرز الاتجاهات البنائية المعروفة فى دراسة الأدب الشعبى .

تمثل البنائية اكثر النظريات التى ظهرت فى دوائر الفولكلور ابان الستينات تأثيرا ، واكثرها جميعا جذبا للاهتمام . وكان أصحاب التحليل البنائى قد استطاعوا تطوير بعض آرائهم قبل الستينات بكثير . نذكر منهم على سبيل المثال العالم الالمانى ((**أندريه يوليس**)) A. Jolles فى كتابه « الأشكال البسيطة » (١) (١٩٣٠) . ويمثل هذا الكتاب محاولة لتحديد الاشكال الأولية الأساسية للتعبير الشعبى الادبى . كما يدخل ضمن هذه الفئة **اللورد راجلان** Raglan (البطل) (١٩٣٠) . وقد حدد فى هذا الكتاب تحديدا محكما النمط العام لاحداث حكايات الابطال الكلاسيكية والأسطورية . تم جاءت دراسة العالم الروسى **فلاديمير بروب** V. Propp التى نشرت لأول مرة باللغة الروسية فى عام ١٩٢٨ ، ثم صدرت لها ترجمة

* Edmund Leach, Genesis as Myth and other Essays, Cape Editions, London, 1969.

(١) Einfache Formen.

انجليزية فى عام ١٩٥٨ بعنوان « مورفولوجية الحكاية الشعبية » (٢) .

وقد قام **الان دندس** A. Dundes بتطبيق هذا الاتجاه فى التحليل البنائى على مجموعة من الحكايات الشعبية عند هنود امريكا الشمالية فى كتابه « مورفولوجية الحكايات الشعبية عند هنود أمريكا الشمالية » (٣) (١٩٦٤) . وبذلك استطاع دندس ان يطبق التحليل البنائى على مجموعة من الحكايات التى كانت تعتبر فى الماضى عديمة الملامح ، كما استطاع أن يقدم تصوره للنظرية البنائية من منظور فكرى رحب . كذلك قام بعض علماء الفولكلور الشبان الآخرين من جيل دندس بصياغة بعض النماذج البنائية الخاصة فى الرسائل العلمية وفى المقالات .

والى جانب هذا الاتجاه قدم عالم الانتربولوجيا الفرنسى **كلود ليفى ستروس** منهجا آخر من مناهج التحليل البنائى للنصوص الفولكلورية قائما على النظرية اللغوية . وقد اقترح فى مقال هام نشره بعنوان « الدراسة البنائية للاسطورة » (٤) اتجاها جديدا تماما فى تفسير الاساطير . فقد كانت المدارس القديمة تحاول دائما التوصل الى بعض الاستنتاجات من واقع المقارنة المبسطة بين الاساطير والثقافة التى تعيش فيها . فكانت الاساطير فى نظرهم اما تعكس وقائع الثقافة أو تشوهها . ولكن لماذا اذن تتصف الاساطير بكثير من الملامح المتشابهة فى أرجاء العالم المختلفة ؟ يعتقد ليفى ستروس اننا يمكن أن نعثر على اجابة على هذا التساؤل فى البناء المنطقى الموجود داخل العقل الانسانى ، بما فى ذلك العقل « البدائى الهمجى » . وقد استشهد ليفى ستروس بأسطورة أوديب وبعض أساطير هنود أمريكا الشمالية فشرحها على أساس مجموعات او « حزم العلاقات » .

ويقارن **ريتشارد دورسون** R. Dorson هذين الاتجاهين الأساسيين فى التحليل البنائى للأنواع الادبية الشعبية فيقول : « نلاحظ أن نسق ليفى شتروس يعتمد على تصنيف وترتيب الملامح القصصية فى الاسطورة على نحو معين بحيث تكشف عن البناء الكامن وراء تلك الملامح ، بينما يتتبع نسق بروب خط القصة نفسه . وتمثل هاتان النظريتان ابرز انواع التحليل البنائى ، اللتان يقترح دندس ان نطلق عليهما مصطلحى : المنهج النموذجى Paradigmatic ، والمنهج التركيبى Synatagmatic (اشتقاقا من مصطلح Syntax اى بناء الجملة ، وهو ترتيب كلمات الجملة فى أشكالها وعلاقاتها الصحيحة) . وذلك على أساس ان ليفى شتروس يسعى الى التوصل الى المثال او النموذج Paradigm ، أو الاطار التصورى الكامن وراء الاسطورة ، على حين يضع بروب بناء الحكاية (أو ترتيب اجزائها فى أشكالها وعلاقاتها الصحيحة) فى المحل الاول من اعتباره . وتسمى هذه الاساليب البنائية وغيرها الى تخفيض الانواع الفولكلورية الى نماذج وصيغ عامة .

وكما أشرنا فى البداية فان **ادموند ليتش** يقدم لنا فى الكتاب الذى نعرض له هنا محاولة لتطبيق النظرة البنائية الثانية (ليفى ستروس) على بعض قصص الكتاب المقدس .

المؤلف والكتاب :

مؤلف هذا الكتاب ادموند ليتش Edmund Leach واحد من المع علماء الانثروبولوجيا البريطانيين المعاصرين ، ولد فى

(٢) Morphology of the Folktale

(٣) The Morphology of North American Indian Folktales.

(٤) The Structural Study of Myth, in Journal of American Folklore, LXVIII (1955), 428-444.

بريطانيا عـام ١٩١٠ ، ودرس الرياضـيات والعلوم الميكانيكية فى جامعة كيمبردج، وحصل على درجة الليسانس فى الآداب من تلك الجامعة عام ١٩٣٢ . والتحق بخدمـة الحكومـة بعد تخرجه من الجامعة ، حيـث اشـتغل عـدة سنوات فى الصين ، عاد بعدها الى انجلترا ، حيث شرع فى دراسةالانثروبولوجيا الاجتماعية على كل من **مالينوفسـكى وريموند فـيرث** . واستعد فى اطار دراسته هذه للقيام برحلـة علمية الى كردسـتان فى عـام ١٩٣٨ ولكنها اخفقت بسبب الظروف الدوليـة آنذاك التى سبقت اندلاع الحرب العالمية الثانيـة . وقد كانت نفس تلك الظروف سـببا فى فشـل ترتيباته للقيام برحلة علمية جديدة طويلة الى بورما فى عام ١٩٣٩ . ثم قدر له ان يجوب معظم الاجزاء الشمالية من بورما فى الفترة من خريف ١٩٣٩ حتى صيف ١٩٤٥ بوصـفه ضابطا فى جيش بورما . وبعد ان وضعت الحرب العالمية اوزارها عاد الى بريطانيا حيـث حصـل على درجة الدكتوراه فى عام ١٩٤٧/١٩٤٨ . وقام فى اعقاب ذلك باجراء مسح فى ساراواك (٥) . ثم عين عضواً بهيئة التدريس بمدرسة الاقتصاد والعلوم السياسـية التابعة لجامعـة لندن . وتخلى عن وظيفة أستاذ مساعد بهذه المدرسة فى عام ١٩٥٣ ، لكى يعـود مدرسـا بجامعـة كيمبردج ، وهى الوظيفة التى شغلها من تلك السنة وحتى عام ١٩٥٨ ، حيـث رقى بعدها الى وظيفة أستاذ مساعد بتلك الجامعة . وفى عام ١٩٦٦ خلـف **اللورد أنان** Annan كعميد لكلية كينج « بجامعـة كيمبردج . حتى كانت محاضرات **ريث** Reith Lectures التي القاها عام ١٩٦٧ مناسبة سلطت عليه الاضواء ولفتت اليه انظار الجميع . ولكنه ظـل مع ذلك على حرصه على متابعـة بحوثه ونشـاطه العلمى كواحد من أبرز علماء الانثروبولوجيا الاجتماعية فى بلاده .

ويحمل هذا الكتاب عنوانا له اسـم احـد المقالات الثلاث التى تمثل كل محتوياته ، واعنى هنا المقال الاول : « سفر التكوين كأسطورة » .

وقد سبق للمؤلف ان نشر هذه المقالات فى أماكن متفرقـة ، فنشر المقال الاول « سـفر التكـوين كأسـطورة » لأول مـرة فى مجلـة « ديسكفورى » Discovery (التى اندمجت الآن فى ساينس جورنال) Science Journal المجلد الثالث والعشرين ، مايو ١٩٦٢ . امـا المقال الثانى المعنون « حقيقـة سليمان » فقد نشر لأول مرة فى « المجلـة الاوروبيـة لعلم الاجتماع » ، المجلد السابع ، عام ١٩٦٦ ، من صفحة ٥٨ الى صـفحة ١٠١ . ونشر المقـال الثالث وعنوانه « الولاية العذرية » فى **أعمـال المعهد الانثروبولوجى الملكى لبريطانيا العظمى وايرلنده »** عام ١٩٦٦ .

ويقع الكتاب فى نحو مائة وعشرين صفحة من القطع الصغير ، يشغل المقال الأول فيه المساحة من صفحة ٧ الى صفحة ٢٣ ، والمقال الثانى من ص ٢٥ الى ٨٣ والثـالث من ص ٨٥ ــ ١١٢ . اما بقية صفحات الكتاب فقد خصصها المؤلـف للحواشى والمراجع ، وبعض القراءات المقترحة .

على اننا لا نرى فى المقال الاول ما يميزه عن سائر المقالات بحيث يسـتحوذ على عنـوان الكتاب ، اللهم انه اقدمها جميعا وأسبقها الى النشر . أما فيما عدا هذا فواضح أن عنوان هذا المقال هو أكثـرها جميعا طرافـة وجذبا للقارىء ، ولا بد ان يكون وقع الاسم على أذن القـارىء قد لعب دورا ــ على الاقـل لـدى الناشر ــ فى تفضيله اسما للكتاب كله .

أما المقال الرئيسى فى الواقع بين هذه المقالات الثلاث فهو المقال الثانى . لأنه من الناحيـة الشكلية البحتة يشغل أكثر من مساحة المقالين الآخرين مجتمعين ، وهو من الناحيةالموضوعية

---

(٥) ساراواك Sarawak : احدى اجزاء دولة ماليزيا ، تقععلى الساحل الشمالى الغربى لجزيرة بورنيو ، يناهز عدد سكانها ثلاثة ارباع المليون (من الملاويين والصينيين اساسا)وعاصمتها كوتشينج .

اخصبها جميعا . كما انه اكثر دلالة على فكر المؤلف وافصاحا عن موقفه العام ، وذلك من خلال القضايا المنهجية والعامةالتىيثيرها فيه. وسنعرض فيما يلى لتلك المقالات بشىء من التفصيل .

أ ـ قصة خلق الكون :

يمثل تحليل التركيب الثنائى للاسطورة أحد الانجازات الرئيسية التى تدين بها دراسة الاساطير لاسهامات ذلك الفرع الثانى المشار اليه من الاتجاه البنائى . وهو الاتجاه الذى ارتبط باسم **رومان جاكوبسون** ، ثم باسم **كلود ليفى ستروس** .

يوضح ليتش فى البداية ان التناقضات الثنائية سمة جوهرية من سمات عملية التفكير الانسانى . فالشىء حى أو غير حى ، ولا يستطيع الانسان ان يصوغ تعبيرا يوضح مفهوم الشىء « الحى » الا من خلال الاشارة الى نقيضه وهو الشىء « الميت » . كذلك البشر اما ذكور او غير ذكور . وأفراد الجنس الآخر اما يمكن الاتصال بهم جنسيا أو لا يمكن. وتلك هى بوجه عام أكثر أنواع المقابلة أهمية فى التجربة الانسانية باجمعها .

وتهتم الأديان فى كل مكان بالنوع الأول من المقابلة ، واعنى المقابلة بين الحياة والموت . فالدين يحاول ـ فى رأى المؤلف ـ أن ينكر الرابطة الثنائية بين الكلمتين . وهو يفعل ذلك من خلال خلق الفكرة الغيبية عن « العالم الآخر » ، وهو : ارض الموتى التى توجد فيها الحياة الأبدية . ونلاحظ أن الصفات التى تضفى على ذلك العالم الآخر هى بالضرورة تلك التى لا تنطبق على عالمنا هذا : فالنقص والقصور فى هذا العالم يقابله الكمال فى العالم الآخر من كل وجه من الوجوه . الا أن هذا الترتيب المنطقى للأفكار تترتب عليه نتيجة غير منسجمة معه فى الواقع ، اذ ينتمى الله الى ذلك العالم الآخر . ومن ثم تصبح « المشكلة » المحورية فى الدين هى محاولة خلق نوع من الصلة بين الانسان والله .

ويوجد هذا النمط العام فى بناء كل أسطورة أو نسق أسطورى معين . اذ تبدأ الأسطوره فتميز أولا بين الآلهه والبشر ، ثم تهتم بعد ذلك بالعلاقات والصلات التى تربط بين البشر والآلهة . ويشير المؤلف الى أن هذه الجوانب موجودة ضمنا فى التعريف المبدئى الذى قدمه.

كذلك الشأن بالنسبة للعلاقات بين الجنسين (الذكور والاناث) . فلدى كل مجتمع بشرى قواعد معروفة فيما يتعلق بالزنا بالمحارم والزواج من الخارج . وعلى الرغم من أن تلك القواعد تختلف من مجتمع بشرى لمجتمع آخر فانها تعنى دائما ـ فى أى زمان أو مكان ـ أن جميع الاناث تنقسم بالنسبة لأى ذكر الى فئتين اثنتين على الأقل : نساء **منا** تكون العلاقات الجنسية معهن عبارة عن زنا ، ونساء **لسن منا** ، يباح الاتصال الجنسى بهن ، ولكننا سرعان ما ندخل فى تناقض مرة أخرى . اذ كيف كان الوضع فى بداية الخليقة ؟ فاذا كان آباؤنا الأوائل أشخاصا ينتمون الى نوعين مختلفين ، فماذا كان ذلك النوع الآخر ؟ ولكن اذا كانوا جميعا من نوعنا نحن ، فلا بد أن العلاقات بينهم كانت عبارة عن زنا بالمحارم ، ومن ثم فنحن كلنا أبناء خطيئة . وتقدم أساطير شعوب العالم حلولا مختلفة ومتعددة لهذه المعضلة الفكرية الطفولية . ولكن الاهتمام الذى تحظى به يدل على أنها تنطوى فى حقيقة الأمر على أعمق المشكلات الخلقية التى تهم الانسان . ولكن المعضلة تظل هى هى كما كانت من قبل . فاذا كان منطق تفكيرنا يقودنا الى تمييز **« النحن »** عن **« الآخرين »** ، فكيف يمكننا أن نعبر الهوة ونخلق علاقات اجتماعية وجنسية مع « هؤلاء الآخرين » دون أن نضحى بمفاهيمنا أو نختلف معها ؟

وهكذا نجد أن هذا الجانب من جوانب الأسطورة يظل ماثلا وملحا رغم اختلاف الديانات وتعدد المذاهب . اذ لا زلنا نجد فى كل نسق أسطورى سلسلة ثابتة من المقابلات الثنائية ، كالمقابلة بين ما هو بشرى وما هو فوق بشرى ، وبين الفانى والباقى ، وبين الذكر

والانثى ، وبين المشروع وغير المشروع ، وبين الخير والشر ..... الخ يتبعها دائما نوع من « الوساطة » بين كل من هذين النوعين المتقابلين .

ونتم تلك « الوساطة » Mediation دائما عن طريق ادخال نوع ثالث « غير سوى » أو « شاذ » فى ضوء المفاهيم العقلية العاديه . وهكذا نجد الأساطير مليئة بكائنات خرافية عبارة عن وحوش خرافية ، وآلهة متجسدة ، وامهات عذارى .... الخ . فهذا النوع الثالث غير قياسى أو شاذ بالقياس الى تلك المفاهيم النمطية ، وهو كذلك من طبيعة مختلفة ، وهو اخيرا شيء مقدس . وهو دائما البؤرة التى تدور حولها كل المحرمات Taboo وكل الأوامر والنواهى الشعائرية .

ويشير ليتش الى تطبيقات لهذه الافكار فى دراسة أساطير شعوب معينة مما انجزه الباحثون البنائيون . ويشير على وجه الخصوص الى أساطير شعب البويبلو Pueblo الهندى الأحمر التى نركز على المقابلة بين الحياة والموت . فنجد فى هذه الأساطير تقسيما للعالم الى ثلاثة أنواع : الزراعه (وتعنى الحياة) ، والحرب (وتعنى الموت) ، والصيد (وهو نوع وسيط بين النوعين حيث أنه يعنى حياة للبشر ، ولكنه يعنى موتا للحيوانات التى يجرى صيدها) . ويشير الى أساطير أخرى من نفس المجموعة تحدد تقسيما ثلاثيا مختلفا عن هذا : الحيوانات آكلة الحشائش (أى تلك التى تعيش بدون قتل) ، والضوارى (التى تعيش من خلال قتل حيوانات أخرى) ، والمخلوقات آكلة الجيفة (وهى نوع وسيط بين النوعين طالما انها تأكل اللحم ، ولكنها لا تقتل لكى تأكل) . ويقرر المؤلف أنه يهدف من وراء حشد كل هذه الرموز الى ان يوضح أن الحياة والموت ليسا بالتحديد وجهي عملة واحدة ، فليس الموت هو بالضرورة المرحلة التى تعقب الحياة . (صفحات ٩ — ١٢ من الكتاب) .

بعد أن فرغ المؤلف من مناقشة تلك القضية العامة ، ينتقل الى استعراض ثلاث قصص من سفر التكوين فى الكتاب المقدس هى : قصة خلق العالم فى ستة أيام . وقصة جنة عدن ، وأخيرا قصة قابيل وهابيل . وهو يتبع نفس أسلوب التحليل البنائى للقصص الثلاث ، بحيث أن استعراض احداها يكفى لاعطاء فكرة كافية عن الكل . وفيما يلى تحليله لقصه خلق العالم .

اليوم الأول : تمييز السماء عن الارض ، والنور عن الظلام ، والنهار عن الليل ، والمساء عن الصباح .

اليوم الثانى : الماء (الخصب) فى السماء (أى المطر) ، والماء العقيم فى الارض (أى مياه البحر) ، تتوسط بينهما السماء .

اليوم الثالث : البحر فى مقابل اليابسة . تتوسط بينهما « الحشائش الخضراء ، وبذور الأعشاب (نباتات الحبوب : القمح والشعير والذرة والأرز) ، وأشجار الفاكهة » . وهذه النباتات جميعا تنمو على الأرض اليابسة ولكنها تحتاج لنموها الى الماء . وهى تصنف كأشياء « تحمل بذورها فى داخلها » ، ومن تم تختلف عن الأشياء الاخرى التى تتولد عن امتزاج جنسين كالحيوانات والطيور .. الخ . وبذلك اكتمل خلق العالم ككيان ثابت (أى ميت) ، وتقابل مرحلة الخلق هذه خلق الاشياء المتحركة (أى الحية) .

اليوم الرابع : وضع كل من الشمس والقمر المتحركين فى السماء الثابتة الساكنة . واصبح كل من النور والظلام بمثابة بديلين (كما أن الحياة والموت أصبحا بديلين) .

اليوم الخامس : خلق السمك والطيور كأشياء حية تقابل تعارض البحر واليابسة السابق الاشارة اليه ، ولكنهما يمثلان فى نفس الوقت عوامل وسيطة بين السماء والأرض من ناحية وبين الماء المالح والماء العذب من ناحية اخرى .

اليوم السادس : خلق الماشية (الحيوانات

الاليفة) ،والضوارى، (الحيوانات المتوحشة)، والزواحف . وتقابل هذه الأشياء الثلاثة التقسيم الثلاثى الذى سبقت الاشارة اليه فى اليوم الثالث . الا ان الحشائش هى فقط المخصصة لاطعام الحيوانات . أما كل شىء آخر ، بما فى ذلك لحوم الحيوانات ، فمخصص لاستخدام الانسان . ثم جاء فيما بعد فى سفر اللاويين (الاصحاح الحادى عشر) انالمخلوقات التى لا تندرج تحت هذا التقسيم الصارم للعالم ـ من هذا مثلا الأحياء المائية التى لا زعانف لها ، والحيوانات والطيور التى تأكل اللحوم أو الاسماك ... الخ ـ هذه المخلوقات تصنف كأشياء « مكروهة » . والزواحف والأشياء الزاحفة تعتبر شاذة بالنظر الى الأنواع الرئيسية : الطيور ، والأسماك ، والماشية ، والضوارى ، ومن ثم تعتبر مكروهة منذ البداية . (انظر سفر اللاويين ، الاصحاح الحادى عشر ، الآيات ٤١ ـ ٤٢) . ثم يؤدى هذا التصنيف بدوره الى تناقض شاذ . ومن ثم كان على مؤلف سفر اللاويين الاصحاح الحادى عشر لكى يمكّن الاسرائيليين من أكل الجراد أن يورد شرطا خاصا لتحريم أكل الأشياء الزاحفة فتقول الآية الحادية والعشرون من الاصحاح الحادى عشر (لاويين) : « الا هذا تأكلونه من جميع دبيب الطير الماشى على أربع . ما له كُرعان فوق رِجليه يثب بهما على الأرض » . ويعلق ليتش على هذا النص بأن عمليات التمييز الثنائى لا يمكن أن تسير الى مدى أبعد من هذا .

وقد تم خلق الرجل والمراة فى نفس الوقت .

وقد اوحى الى نظام المخلوقات كله أن يكون « مثمرا ويتكاثر » ، ولكن مشكلات الحياة فى مقابل الموت ، والزنا فى مقابل التكاثر السليم لم تمس هنا على الاطلاق .

والملاحظ على اتجاه ليتش الأساسى فى معالجة هذا الموضوع انه قد ركز على مسألة القواعد المنظمة للسلوك الجنسى ، والخروج عليها لكى يوضح كيف أن عددا متنوعا من صور التكرار ، والقلب (أو العكس) والتنويعات يمكن أن تدعم « رسالة » واحدة متسقة . ويقول عن ذلك : « اننى لا أعنى أن ذلك هو النمط البنائى الوحيد الذى تنطوى عليه تلك الأساطير » . (ص ٢٢ من الكتاب) .

ويستطرد المؤلف قائلا : **« على أن طرافة التحليل الذى قدمته لا يكمن فى الحقائق وانما فى عملية التحليل نفسها . فبدلا من النظر الى كل أسطورة كشىء قائم بنفسه له « معناه » الخاص به ، يفترض ـ منذ البدايه ـ أن كل أسطورة تمثل جزءا من كيان مركب وان أى نمط يظهر فى أسطورة معينه سوف يتكرر ، سواء بنفس الصورة أو فى صورة تنويعه عليه ، فى أجزاء أخرى من هذا الكيان المركب . ومن ثم يتضح البناء المشترك بين جميع التنويعات عند مطابقة عدة روايات مختلفة ببعضها »** .

● ● ●

ب ـ حقيقه سليمان :

يسعى المؤلف فى هذا الفصل الثانى الى التحقق من حقيقة التناقض فى بيانات العهد القديم عن أصل سليمان . فيبدأ أولا بتقرير وجود هذا التناقض ، ثم يحاول أن يقدم تفسيرا لوظيفة هذا التناقض ودلالته . ومن خلال محاولة تفسير هذا التناقض ، يقنعنا بأن النظر الى العهد القديم كأسطورة كفيل بأن يفسر هذا التناقض ويجعل له دلالة . ثم ينتقل أخيرا الى التركيز على نقطتين بالذات فى دراسة هذا التناقض .

ففيما يتعلق بالتناقض فى بيانات العهد القديم حول أصل سليمان ، يلاحظ ليتش أن التوراة ـ من ناحية ـ تحرم الزواج بين اليهود وغير اليهود ، وخاصة سفر نحميا ، تحريما قاطعا . ولكننا نجد ـ من ناحية أخرى ـ فى سلسلة نسب سليمان أن داود من أصل نصف موآبى (أى غير اسرائيلى) . فهناك اذن نوع من التناقض فى هذا .

وهنا يميز لينتش بين نوعين من التناقض : تناقض بنائى (وهو عبارة عن تضارب فى المضمون فى أمور جوهرية عظيمة الشأن) **وتناقض فى المضمون** (وهو عبارة عن عدم اتساق فى التفاصيل القليله الشأن الواردة فى نسيج القصة) **والنوع الثانى من التناقض هو الأكثر انتشارا** . وهو يرجع فى الغالبية العظمى من الحالات الى تعليقات وتفسيرات محرفة من جانب محررى النص التى يقحمونها على النص بهدف القضاء على تناقضات تبدو اخطر وزنا واعظم شأنا . ونجد أن الانحراف الكامل لمثل هذا التضارب هو الذى يجعل هذه النصوص « التاريخية » مادة صالحة للتحليل البنائى . اذ أنه فى ظل مثل هذه الظروف لا يصبح البناء الأساسى للقصة بعد نحت السيطرة الواعية لمحررى النص ، ومن ثم يتميز بطابع خاص مميز . وعند هذا الحد لا تصبح القصة مجرد تتابع فى الاحداث ، وانما تتحول الى دراما حية حقيقية .

واذا تأملنا الواقع العملى كما تنقله الينا نصوص العهد القديم وجدناه لا يفرق تفريقا قاطعا واضحا وجازما بين القريب والغريب ، أو بين الاسرائيلى وغير الاسرائيلى . ويقدم ليتش خريطة عامة لتوزيع القبائل فى أرض فلسطين يخلص من تحليلها الى أن التمييز بين الاسرائيليين والاغراب ليس تمييزا محددا اسود وأبيض ، وانما توجد بين الاسرائيلى « الحقيقى » والغريب « الكافر » سلسلة طويلة من الظلال ومن القرابة المتدرجة . وهنا يتساءل المؤلف كيف يمكن فى ظل مثل هذه الظروف الالتزام بقواعد الزواج من الداخل ؟

ثم يتعقب المؤلف التناقض فى صورة اخرى ، اذ يخبرنا « التاريخ » انه كانت هناك مملكتان اسرائيليتان : مملكة اسرائيلية فى الجنوب (مملكة يهوذا) ومملكة ثانية فى الشمال (مملكة اسرائيل) . فكيف يتسنى تقبل هذه الحقيقة والعهد القديم يؤكد أن ابناء اسرائيل يجب أن يكونوا شعبا واحدا وليس شعبين منفصلين ؟ هل أبناء المملكة الشمالية اسرائيليون حقيقيون أم اغراب ؟ الواقع ان النص يراوغ فى هذه النقطة ولا يقدم اجابة محددة . وان كنا نلاحظ أن نصوص العهد القديم تضع — ضمنا — أبناء المملكة الشمالية فى وضع أدنى ، بل وتعاملهم فى بعض الاحيان ككفار كلية . (انظر تعبيرا واضحا عن هذا الموقف فى قصة أهاب Ahab ملك اسرائيل) .

ومع ذلك فان البيتين الملكيين يتصاهران دائما ، ويعامل النص تلك الزيجات كزيجات شرعية مما يعنى — فى هذا السياق بالذات — أن الشماليين هم فى النهاية اسرائيليون وابناء نفس الدين ! فهل يمكن اذن أن نعتبر المملكة الشمالية كيانا شرعيا ؟ ولكن التسليم بأمر كهذا ينطوى على تناقض مع ضرورة وحدة البيت المالك الاسرائيلى فى أبناء يهوذا ، والأصل الواحد لسليمان وللقدس . فوجود مملكتين يمثل اذن نوعا من التناقض فى ذاته .

ويخلص المؤلف من استعراض عشرات التفاصيل — التى لن يتسع المجال لاستعراضها — الى أننا لو وضعنا تفاصيل النص بجوار بعضها لوجدناه متناقضا أشد التناقض .

ولا نجد أمامنا سوى « تاريخا » مليئا بأحداث عشوائية لها بناء « الأسطورة » . وما تريد أن تقوله الأسطورة ليس هو بالتحديد ما يريد محرروها التعبير عنه واعين . وانما هى تعبر عن أشياء كامنة وأصيلة فى الثقافة اليهودية التقليدية ككل . (ص ٥٣ من الكتاب).

وهنا تتضح لنا فائدة هذه النظرة الى نصوص العهد القديم ، فالأسطورة — كما أشار ليفى ستروس من قبل — تحاول أن تضع حلا لأشياء يستحيل حلها فى الواقع ، وأن توفق بين متناقضات لا يمكن بغير الطريق الأسطورى التوفيق بينها . وهذا التوفيق او الحل الوسط خاص بوضع اليهود فى المجتمع . فهم يرغبون فى السيطرة على مجتمع هم فيه أقلية . ومع كونهم أقلية فهم لا يريدون الامتزاج فى هذا

البحر الخضم ، والا فقدوا وحدتهم وهويتهم التى هى مصدر قوتهم .

ويستعين المؤلف فى توضيح هذا التناقض الأساسى باستعراض بنائى لمخطط العلاقة الزواجية فى قصص العهد القديم على النحو التالى : ــ

١ ــ تحريم الزنا بالمحارم وارتباطه بقاعدة الزواج من الخارج ، كأساس لتكوين اتحادات زواجية بين جماعات متعارضة داخل مجتمع سياسي واحد .

٢ ــ قاعدة الزواج من الداخل كأساس للحفاظ على وحدة الجماعة الدينية . ونلحظ هنا التناقض بين هذه القاعدة ومبدأ تحريم الزنا بالمحارم ، أو بين الزواج من الداخل والتسليم بأن المجتمع يتكون من جماعات متعارضة متعادية يؤلف الزواج بينها .

٣ ــ يميز محررو العهد القديم طبقا لهذا بين الشعب الاسرائيلي وبين غير الاسرائيليين . ولكنا نجد هنا ــ كما نجد فى الطبيعة ــ **فئات وسيطة** لا هى اسرائيلية تماما ، ولا هى غريبة كليه : كابناء راشيل وبيت يوسف ، وقبيلة بنيامين .... الخ .

ويحاول المؤلف أن يبين الطريقة التى استطاع بها سليمان ان يكتسب حقه هذا . فيستعرض السبل المختلفة لاكتساب الشرعية او حق السيادة على شيء معين ، كالشراء والوراثة . ويخلص الى ان الوراثة هى السبيل الوحيد المشروع مشروعية كاملة . وفى ضوء هذه النقطة فان معرفة سلاسل النسب تصبح ذات أهمية فائقة وحاسمة . ولذا يتتبع المؤلف سلسلة نسب سليمان كما جاءت فى الانجيل (سفر متى وسفر لوقا) وهى تعد أربعة عشر جيلا بين ابراهيم وسليمان . ولم يرد فى هذه القائمة كجدات لسليمان سوى أربع تدور قصصهن حول محور واحد يتركز حول التساؤل عما اذا كان من الممكن لاسرائيلى « نقى » أن ينجب ابناء شرعيين من امراة غير اسرائيلية ، او العكس عما اذا كان من الممكن لامراة اسرائيلية ان تحمل بطفل اسرائيلى بعد معاشرة رجل ليس باسرائيلى نقى . والاجابة على السؤالين بالمعنى المحدود هى النفى بالطبع . الا أن القصص القانونية كتلك المتضمنه فى الزواج الليفراتى (أى زواج أرمله المتوفى بشقيق زوجها) أو فى المبدأ القائل بأن « ابن البغى لا أب له » تجعل المسألة أقل تحديدا ووضوحا وأصعب على التحليل القاطع النهائى .

فاذا تساءلنا عن السبب فى ادراج مثل هؤلاء النسوة « المشبوهات » فى سلسلة نسب الملك سليمان ، لوجدنا ان الاجابة بالقطع تصبح عديمة المعنى خالية من كل دلالة فى ضوء الظروف السياسية التى سادت أرض فلسطين بعد ذلك ككيان متميز عن اليهود كجماعة دينية . ولكن اذا أخذنا تلك القصص بمعناها الواسع لوجدناها تتيح القول بأن الملك سليمان ليس فقط سليل بيت يعقوب (اسرائيل) ، وانما هو بنفس القدر سليل بيت « عيساو » Esau و « ادوميت » Edomite ، بل « وهيت » الكنعانى . معنى هذا أنه الوريث الشرعى للملك كل تلك الاراضي والممالك .

واذا كان هذا التفسير يمثل نوعا من المراوغة والتناقض ، فان هذا بالتحديد هو ذلك النوع من المراوغات والتحايلات التى ينطوى عليها « التاريخ الاسطورى » ، وذلك ان صحت تفسيرات ليفى ستروس للاسطورة بوجه عام . كما ان تلك القصص توضح نقطة اخرى اكثر عمومية ، « وهى أن الاثم فى الأساطير سمة ذات معنى مزدوج أشد الازدواج تقترب بها من التقوى والورع . فقابيل ــ الذى ذبح أخاه هابيل ــ قد أصبح لذلك شخصا مقدسا يتمتع بحماية الله وعنايته . كذلك البغاء فى الكتاب المقدس ، فمع كونه « خطأ » واثما ، الا أنه يمثل سبيلا يسيرا الى القداسة والورع من خلال التوبة والندم . فقد كانت

تامار ، وراهاب ، وروث جميعا بغايا على نحو ما ، ولكنهن مثل مريم المجدلية قديسات. كذلك فالعكس يمكن أن يكون صحيحا أيضا . فالحماس الزائد فى أداء الواجبات الشعائرية يمكن أن يتحول الى النقيض فى بعض الاحيان ، ويجعل من مؤدى تلك الشعائر آثما ومخطئا . ولعلنا لو تأملنا شرور ساول عن كثب لوجدناها شديدة الشبه - بشكل غريب - بفضائل داود . (بصفحتى ٦٤ - ٦٥ من الكتاب) .

وبعد ان يفرغ المؤلف من مناقشة الدلالة البنائية لسلسلة نسب سليمان ينتقل الى استعراض النظام البنائى الكامن فى التسلسل الزمنى لاحداث قصة سليمان كما وردت فى الكتاب المقدس . وهو ينتهج فى هذا العرض اسلوب الكشف عن البناء الثنائى للقصة ، وما بين هذين العنصرين النقيضين من عنصر ثالث وسيط . « ففى الاصحاح التاسع والعشرين من سفر صمويل الاول نجد المقابلة بين « ساول » (من بيت بنيامين) وداود (من بيت يهوذا) ومن ثم المقابلة بين الاسرائيلى والاجنبى . ثم نجد داود (أى بيت يهوذا) يتحالف مع الاجانب » وهكذا . (قارن صفحة ٧٠ وما بعدها) . ولن يتسع المقام بالطبع لاستعراض بقية نتائج هذا التحليل .

وفى نهاية هذا الفصل يقدم المؤلف تلخيصا بارعا لنتائج دراسته المستفيضة عن حقيقة سليمان ، ويعدد تلك النتائج على النحو التالى:

« **أولا :** يوضح التحليل ان التتابع التاريخى - فى هذه الحالة - له فى ذاته دلالة بنائية . وهو أمر يميز تلك الحالة بالذات عن سائر المواد التى تعرضنا لها بالدراسة فى هذا المقال .

ثانيا : ان التحليل قد استفاد استفادة كبرى من التفاصيل المتعلقة بتسلسل النسب وبالاسماء الجغرافية التى وردت فى النص بكثرة . والواقع ان اتجاهات التفسير تتباين حول دلالة هذه الامور . فعلماء اللاهوت المحدثون ، اليهود والمسيحيون على السواء ، يفترضون سلفا بوجه عام أن هذه التفاصيل لم تعد ذات شأن وانها فقدت كل أهمية ودلالة . هذا بينما كان كتاب القرن التاسع عشر ، باحترامهم الزائد لدقة « الحقيقة الانجيلية » التى لا فساد فيها ، يرون أنه من الضرورى تفسير سلاسل النسب هذه عن طريق افتراض وجود ذاكرة شعبية تعى الحركات القبلية القديمة . اما بالنسبة لعالم الانثروبولوجيا فان تفاصيل النسب تنطوى على اهمية فائقة . فهو يسلم بأن تفاصيل علاقات القرابة وروابط المصاهرة « لا تذكر » الا كتبرير لتأكيد حقوق معينة ..

والحالات التى قمت بتحليلها تقدم دليلا اكيدا على صحة هذا الافتراض ، وقد أوضحت فى ثنايا استعراضى لتلك الحالات أن العمليات الفكرية عند مؤلفى وجامعى الكتاب المقدس تختلف عن عملياتنا الفكرية على نحو خاص ، وتبدو لى تلك النقطة ذات دلالات كبرى لفهم التاريخ القديم .

ثالثا : ان هذا النوع من التحليل يستند الى فرض أولى مؤداه أن النص فى مجموعه يجب أن يعالج كوحدة وكيان كلي مترابط . ويتعارض هذا الموقف تعارضا حادا مع منهج الدارسين التقليديين المتزمتين . فاذا صادف هؤلاء الدارسون تكرارا صريحا ، أو عدم اتساق... الخ فانهم يعتبرونه دليلا على فساد النص . وهنا يرى ان مهمته تتمثل فى استخلاص الحقيقة من الزيف ، وفى تمييز الرواية القديمة عن رواية أخرى قديمة وهكذا. فالنص فى نظر الدارس التقليدى ليس وحدة وكيانا كليا وانما خليط من الوثائق التى يمكن فصل بعضها عن بعض . ولم اسع فى معالجتى اطلاقا الى تحدى هذه القضية ... ولكنى حاولت أن أدرس النص كوحدة .. ولو تناولنا النص كوحدة مترابطة فسوف يختفى التمييز العادى بين الاسطورة والتاريخ . فالشرائح التاريخيةفى العهد القديم تكون تاريخا أسطوريا متكاملا كان بمثابة تبرير لحالة المجتمع اليهودى

في وقت معين عندما وصل ذلك الجزء من نص الكتاب المقدس الى مستوى من الاستقرار التقريبي كشريعة دينية » . (صفحات ٧٩ وما بعدها) .

• • •

جـ ـ الولادة العذرية :

يبدأ ليتش مقاله الثالث المعنون « الولادة العذرية » Virgin Birth بتوضيح المناسبة التي دفعته الى بحث هذا الموضوع . وهي خلاف علمي بينه وبين البروفسور سبيرو Spiro حول نفسير البيانات الاثنوجرافية التي تدعى أن بعض القبائل البدائية (خاصة بعض قبائل سكان استراليا الأصليين) يجهلون طبيعة الأبوة الفسيولوجية . ومن ثم لا يرون ثمة علاقة بين المعاشرة الزوجية وحمل الام . وانما يقدمون لذلك تفسيرات مختلفة . ولكن ليتش يرى ان تلك البيانات لاتعنى أنهم يجهلون العلاقة بين المعاشرة والحمل . « فالتفسير الحديث للشعائر التي وردت عنهم يعني ان في هذا المجتمع العلاقة بين ابن المراة وافراد عشيرة زوجها تنشأ عن الاعتراف العام بروابط الزواج ، وليس عن حقائق المعاشرة . وهو وضع طبيعي للغاية » . (صفحة ٨٧) .

ويرى ليتش ان الباحثين الذين ادلوا برأي في تفسير جهل البدائيين للأبوة الفسيولوجية قد تأثروا في ذلك بالدراسات النظرية التطورية السابقة حول مختلف نظم الحياة .

واخيرا يتصدى المؤلف في الجزء الباقي من المقال ، لتحليل الاعتقاد في الولادة العذرية مستهديا في ذلك بموقف عام حدده بوضوح : وهو أن الانثروبولوجي يهتم اساسا بالبحث عن أوجه الاختلاف بين حياته (الراقية) وحياة الشعوب الاخرى (البدائية) . ولكن ليتش نفسه يهمه من هذه المقارنة استخلاص أوجه التقارب والشبه بين حياتنا ومعتقداتنا وحياة ومعتقدات اولئك « البدائيين » .

• • •

لعل القيمة الحقيقية للكتاب الذي بين أيدينا لاتتمثل فيما قدمه من دراسات لمشكلات محددة مشخصة (على اهميتها الكبرى وطرافتها كما أوضحنا) بقدر ما تتمثل فيما أثارة من قضايا ذات طبيعة منهجية أو ذات طبيعة عامة . فقد أكد بوضوح البناء الثنائي للاسطورة . وناقش بافاضة منهجه في التحليل البنائي وما يرتبط به من مشكلات تعدد النصوص ، وصيغه المعتمدة وهي مشكلة ذات وزن خطير لكل من يتصدى لدراسة الادب الشعبي بأنواعه جميعا . وتعرض كذلك للفرق الجوهري والهام بين اسلوب المقارنة على أساس المضمون ، والمقارنة على أساس البناء ، ودلالة ذلك بالنسبة للتحليل البنائي الذي يقدمه أو قيمة هذا التمييز أنه يغير نظرة الباحث تغييرا أساسيا الى تفاصيل الاسطورة او الاساطير موضوع الدراسة ، والى تباين تلك التفاصيل من رواية لأخرى .

وعلاوة على تلك المشكلات الهامة أثار المؤلف بعض مشكلات تطبيق المنهج البنائي عند ليفي ستروس ، وعلاقة ذلك بتحليلاته التي يقدمها، ونوع المادة التي اختارها لهذا التحليل ، كذلك تعرض لمشكلة تنوع وتكرر روايات الاسطورة الواحدة ، حاول أن يقدم جهدا أصيلا في تحديد فوائد منهج التحلبل البنائي وقيمته العلمية التي تبرر ما يبذل فيه من جهود .

وختاما فنحن بصدد دراسة عظيمة تستمد عظمتها من دقة تحليلاتها واجادتها دراسة موضوعها المحدد الذي اختارته ، ومن تفوقها المنهجي . وقد حاولنا في عرضنا أن ننصف المؤلف بأن تناولنا في عرضنا الاسهامات المنهجية العامة التي قدمها بنفس القدر من العناية الذي تناولنا به دراسته لموضوعه المحدد ، فقد أسدى ادموند ليتش بكتابه هذا خدمة جليلة للاتجاه البنائي ، وللدراسات الانثروبولوجية بعامة ، ولدراسة أساطير الكتاب المقدس في ضوء جديد . ونرجو أن يكون هذا العرض دعوة للقارىء العربي ليزداد اهتماما بهذا النهج الجديد في الدراسة ليكون اكثر قدرة على ملاحقة تقدم العلم الانساني في العالم .

من الكتب الجديدة

كتب وصلت الى ادارة المجلة ، وسوف نعرض لها بالتحليل فى الاعداد القادمة

1. Carter, April ; **The Political of Anarchism,** Routledge & Kegan Paul London 1971.

2. Hance, William A. ; **Population, Migration, and Urbanization in Africa,** Columbia University Press 1970.

3. Karnow, Stanley ; **Mao and China, From Revolution to Revolution,**Macmillan London 1973.

4. Steegmuller, Francis ; **Cocteau, A Biography,** Macmillan 1970.

5. Wiener, R.S.P. ; **Drugs and Schoolchildren,** Longman, London 1972 (**3rd Edition**)

★ ★ ★



الفنان بيكاسو



طفلة عارية القدمين — ١٨٩٥ ←

↑ زوجة الفنان — ١٩١٨





الفقراء على شاطىء البحر ـ ١٩٠٣



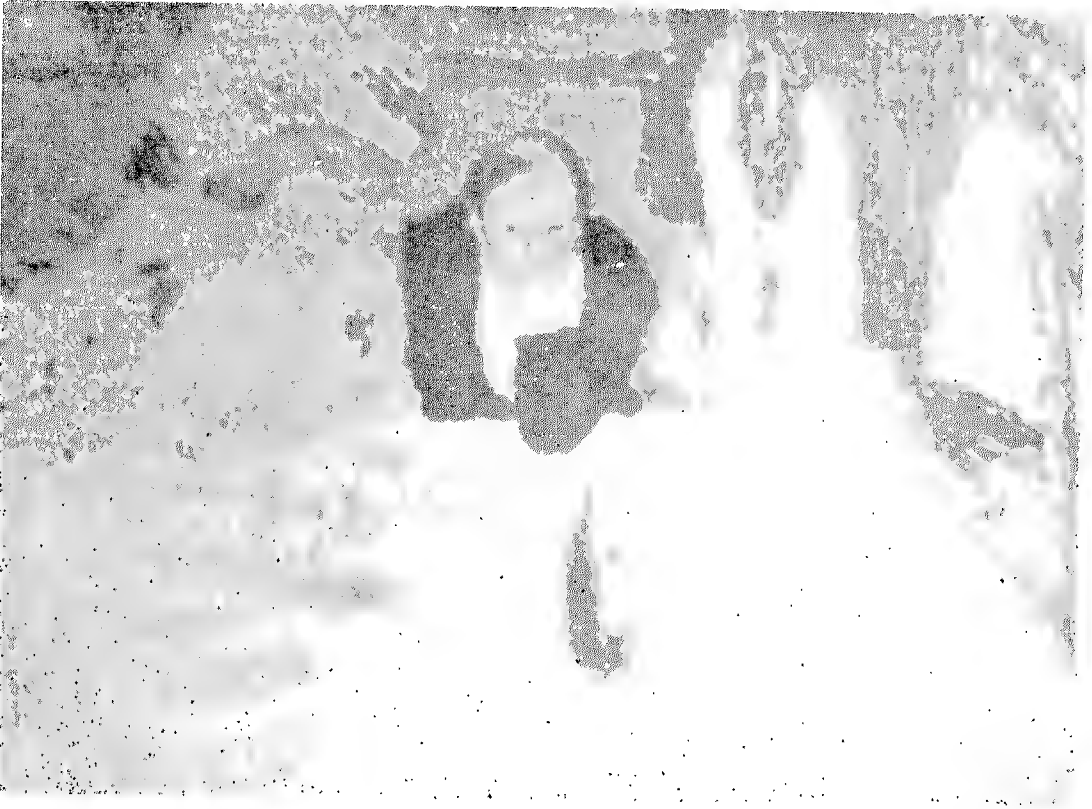
مضطجعة ـ ١٩٧١



عاريتان وملاءة ـ ١٩٢٠



دراسة لامرأة ـ ١٩٠٦



طعام العشاء ـ ١٩٠١



راس امرأة - ١٩٠٧



قنينة السوز ـ ١٩١٣ ▲

الشرفه ـ ١٩١٩ ←

پیکسو





طبيعة صامتة وشال أحمر - ١٩٢٤

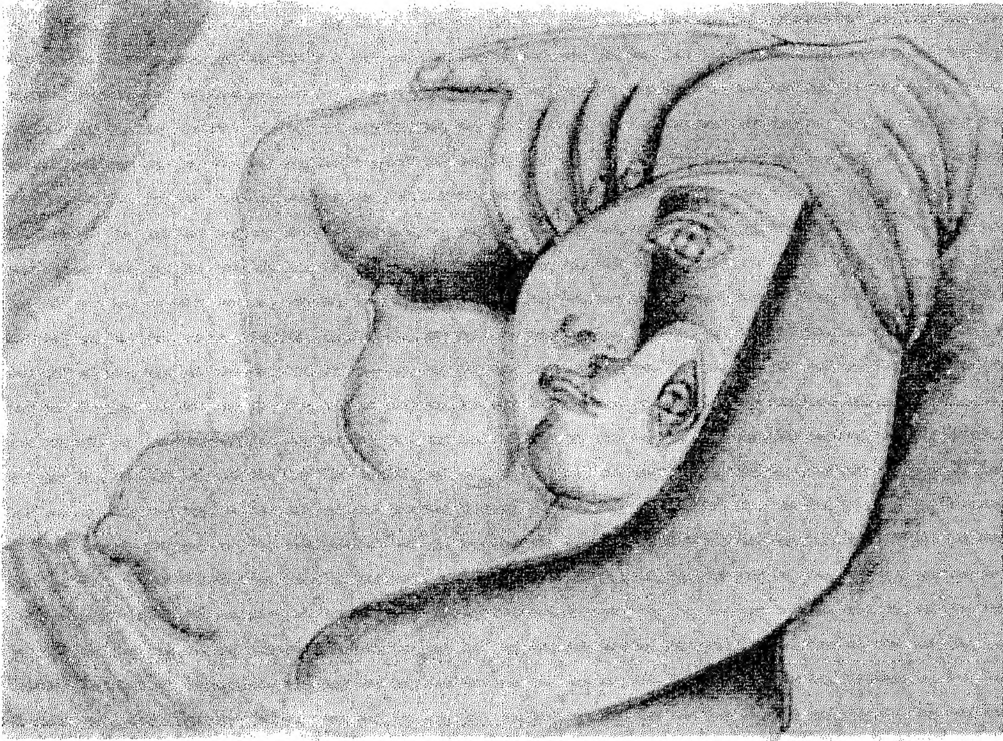


طبيعة صامتة مع اعناب ــ ١٩٢٧

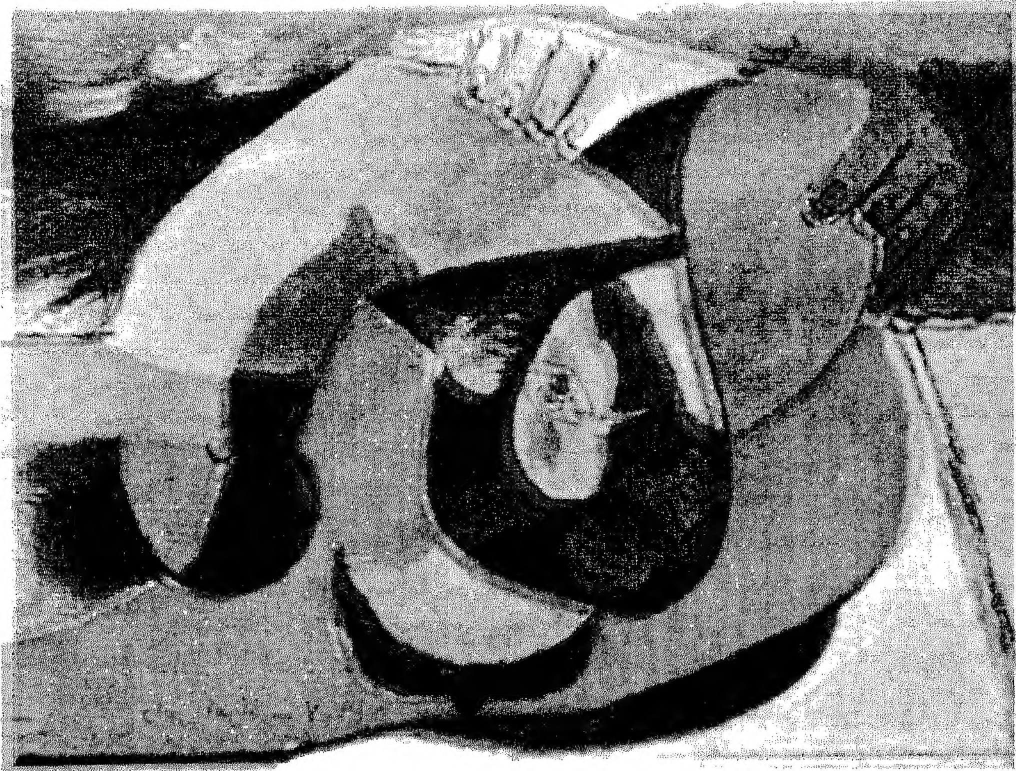


↑ امرأة على مقعد أحمر ـ ١٩٢٩

رأس امرأة ـ ١٩٠٧ 



مضطجعة ـ ١٩٢٩



مضطجعة ـ ١٩٣١

العدد التالى من المجلة

العدد الثالث ـ المجلد الخامس

اكتوبر ـ نوفمبر ـ دسمبر ١٩٧٤

قسم خاص عن الانسان والجريمه
بالاضافة الى الابواب الثابتة

الخليج العربي	٥	ريالات	سوريا	٣	ليرات
السعودية	٥	ريالات	القاهرة	٢٥٠	مليمًا
البحرين	٤٠٠	فلس	السودان	٢٥٠	مليمًا
اليمن الجنوبية	٤٠٠	فلس	ليبيا	٣٥	قرشا
اليمن الشمالية	٤٫٥	ريال	مسقط	٤٠٠	بايسه
العراق	٣٠٠	فلس	الجزائر	٥	دنانير
لبنان	٢٫٥	ليرة	تونس	٥٠٠	مليم
الأردن	٢٥٠	فلسًا	المغرب	٥	دراهم

مطبعة حكومه الكويت